

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

E.A.P. DE ODONTOLOGÍA

**Análisis de Bolton utilizando un método de medición
digital y el método de medición manual**

TESIS

para obtener el título de Cirujano Dentista

AUTOR

Flores Calderón Samuel Glicerio

ASESOR

Luciano C. Soldevilla Galarza

Lima – Perú

2010

ASESOR DE TESIS

C.D. Esp. LUCIANO C. SOLDEVILLA GALARZA

JURADO DE SUSTENTACIÓN

Presidente: Mg. C.D. Tomás Oriel Orellana M.

Miembro: C.D. Teresa Evaristo Chiyong

Miembro asesor: C.D. Esp. Luciano C. Soldevilla Galarza

A DIOS, quien es mi fortaleza
en los momentos difíciles y me da la
oportunidad de lograr este paso tan
importante en mi vida personal
y profesional.

A mis padres, hermanos,
pilares de mi formación,
que con su apoyo incondicional,
esfuerzo, sacrificio y amor hicieron
posible que saliera adelante.

A Liz, por su compañía,
paciencia y amor.

A mis amigos Denis, Carlos,
Yanina, Claudia y Karen, por ofrecerme
su amistad, su apoyo incondicional
y por aprender de sus experiencias.

A mis Maestros de la Facultad de Odontología
por las enseñanzas de sus conocimientos
que me inspiraron a ser un mejor profesional
y seguir triunfando en mi vida académica.

AGRADECIMIENTOS:

A mi asesor y maestro Especialista en Ortodoncia, **C.D. Luciano Soldevilla Galarza**, Docente del Departamento de Odontopediatría-Ortodoncia de la Facultad de Odontología UNMSM, mi sincero agradecimiento; por su amistad apoyo, colaboración y paciencia en la elaboración de la tesis, por sus magníficas enseñanzas y por ser inspiración de superación.

A todos los **profesores de la Facultad de Odontología**, por sus enseñanzas, virtudes, experiencias que contribuyeron directamente en mi formación personal y profesional.

A la **Universidad Nacional Mayor de San Marcos**, por abrirme sus puertas, tenerme en su seno estos seis años de vida académica, y ser parte de la gran familia sanmarquina; con la promesa de contribuir a esta mi casa de estudios.

A mis amigas Lorena F., Claudia L. por su apoyo en la ejecución del trabajo de Investigación.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 ANTECEDENTES	4
2.2 BASES TEÓRICAS.	19
2.2.1 DIAGNÓSTICO EN ORTODONCIA	19
2.2.1.1 IMPORTANCIA	19
2.2.1.2 MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO	19
a). EXAMEN CLÍNICO	20
b). EXÁMENES COMPLEMENTARIOS	20
2.2.2 IMPORTANCIA DEL DIÁMETRO MESIODISTAL EN EL ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE ESTUDIO EN ORTODONCIA	22
2.2.2.1 DIÁMETROS MESIODISTALES DE LA DENTICIÓN PERMANENTE	25
2.2.3 ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE ESTUDIO	26
2.2.4 ANÁLISIS DE LA DISCREPANCIA DE MODELOS	28
2.2.4.1 DENTICIÓN MIXTA	28
2.2.4.2 DENTICIÓN PERMANENTE	29
2.2.5 ANÁLISIS DE BOLTON	30
2.2.6 TÉCNICA DE MEDICIÓN MANUAL	34
2.2.6.1 MEDICIÓN DE LOS DIENTES	34
2.2.6.2 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN MANUAL PARA EL ANÁLISIS DE MODELO	35
2.2.7 TÉCNICA DE MEDICIÓN DIGITAL	40

2.2.7.1 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DIGITAL PARA EL ANÁLISIS DE MODELOS	41
2.2.8 FUNDAMENTO DE LAS IMÁGENES DIGITALES	41
2.2.8.1 IMAGEN DIGITAL	42
2.2.8.2 DIGITALIZACIÓN	43
2.2.8.3 PRINCIPALES TIPOS DE FORMATOS DE IMÁGENES BITMAP	44
2.2.8.4 CREACIÓN Y USO DE IMÁGENES DIGITALES	45
2.2.9 MODELOS DE ESTUDIO DIGITALES	46
2.2.10 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.	47
2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	48
2.3.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	48
2.4 JUSTIFICACIÓN	48
2.5 OBJETIVOS	50
2.5.1 OBJETIVO GENERAL	50
2.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	50
2.6 HIPÓTESIS	51
2.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	51
III MATERIAL Y MÉTODO	52
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	52
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	52
3.2.1 POBLACIÓN	52
3.2.2 MUESTRA	52
3.2.2.1 Tipo de Muestreo	52
3.2.2.2 Unidad de Análisis	52
3.2.2.3 Selección de la muestra	52

3.3 RECURSOS	53
3.3.1 Humanos	53
3.3.2 Materiales	53
3.3.3 Infraestructura	53
3.4 MÉTODOS	54
3.4.1 PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICA	54
3.4.1.1 MÉTODO DE MEDICIÓN MANUAL O TRADICIONAL	54
a). Medición del diámetro mesiodistal	54
b). Veracidad de la medición	54
3.4.1.2 MÉTODO DE MEDICIÓN DIGITA	55
a). Digitalización de los modelos de estudio	55
b). Funcionamiento del programa del método digital	56
b.1). Calibrado de los modelos digitalizados	56
b.2). Medición del diámetro mesiodistal	56
b.3). Almacenamiento de datos	56
3.4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS	57
3.4.3 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	58
IV. RESULTADOS	59
V. DISCUSIÓN	72
VI. CONCLUSIONES	76
VII. RECOMENDACIONES	77
VIII. RESUMEN	78
IX. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	82
X. ANEXOS	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1 Utilización del compas de punta seca para la medición del espacio disponible y su transferencia a la ficha.	36
Figura N°2 Determinación de espacio disponible con la ayuda de un alambre de latón	37
Figura N°3 Componentes del pie de rey.	39
Figura N°4 Pie de rey manual	39
Figura N° 5 Pie de rey digital	40

ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICOS

Cuadro N°1: Comparación de diámetros mesiodistales de piezas anteriores superiores según el método de medición manual y digital.	59
Cuadro N°2: Comparación de diámetros mesiodistales de piezas posteriores superiores según el método de medición manual y digital.	61
Cuadro N°3: Comparación de diámetros mesiodistales de piezas anteriores inferiores según el método de medición manual y digital.	63
Cuadro N°4: Comparación de diámetros mesiodistales de piezas posteriores inferiores según el método de medición manual y digital.	65
Cuadro N° 05 Comparación de discrepancia total según el método de medición manual y digital.	68
Cuadro N° 06 comparación de discrepancia anterior según el método de medición manual y digital.	69
Gráfico N°1: Comparación de diámetros mesiodistales de piezas anteriores superiores según el método de medición manual y digital.	59
Gráfico N°2: Comparación de diámetros mesiodistales de piezas posteriores superiores según el método de medición manual y digital.	61
Gráfico N°3: Comparación de diámetros mesiodistales de piezas anteriores inferiores según el método de medición manual y digital.	63
Gráfico N°4: Comparación de diámetros mesiodistales de piezas posteriores inferiores según el método de medición manual y digital.	65
Gráfico N° 05: Comparación de medias de los diámetros mesiodistales según el método de medición manual y digital.	67
Gráfico N° 06: Discrepancia anterior según el método de medición manual.	70
Gráfico N° 07: Discrepancia anterior según el método de medición digital.	71

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1 Técnica de medición para los diámetros dentarios mesiodistales.	88
Anexo N° 2 Cálculo de las proporciones de tamaño dentario	90
Anexo N° 3 Ficha de recolección de datos 1: diámetros mesiodistales promedio de la dentición permanente	91
Anexo N° 4 Ficha de recolección de datos 2	92
Anexo N° 4 Desarrollado Ficha de recolección de datos 2	93
Anexo N° 5 Esquema: mostrando las etapas que corresponden a la captación y uso de imágenes digitales	95
Anexo N° 6 Aplicación del programa sobre los modelos digitalizados en dos dimensiones	96
Anexo N° 7 Selección de los alumnos según los criterios de inclusión y exclusión.	97
Anexo N° 08 Toma de modelos de estudio de los alumnos seleccionados.	97
Anexo N° 09 Materiales usados para la obtención de los modelos de estudio.	98
Anexo N°10 Medición de los diámetros mesiodistales de las piezas dentarias.	98
Anexo N°11 Calibrador digital modificado utilizado para realizar las mediciones.	99

VIII. RESUMEN

El uso actual en diversos países de programas de computadoras en Ortodoncia y la introducción de los modelos de estudio digitalizados han cambiado la forma tradicional de realizar las mediciones de los mismos, además de eliminar las desventajas que representa el método de medición manual.

El empleo de un nuevo método de medición permitiría el desarrollo de un software como una herramienta auxiliar para la obtención de forma automática de un gran número de medidas para los índices ortodónticos tanto en dentición mixta como permanente; a partir de una correcta digitalización y calibrado previo sobre la imagen digitalizada para asegurar la exactitud de la medición.

Este estudio pretende comparar un nuevo método de medición digital en 2 dimensiones (2D) mediante el empleo de un Software desarrollado por el investigador para su uso en el análisis de Bolton, y utilizado como un recurso que nos permita hacer más fácil la medición en los modelos de estudio.

Se realizó en una población constituida por 104 modelos de estudio de escolares entre 12 – 18 años de edad de la IE 139 GAM SJL. De un total de 120 modelos según los criterios de inclusión y exclusión; con un diseño descriptivo, comparativo y transversal, con el objetivo de identificar diferencias

en la medición de los diámetros mesiodistales y la discrepancia obtenida del análisis de Bolton utilizando el método de medición digital y el método de medición manual.

El instrumento utilizado para las mediciones manuales fue un vernier digital centesimal con 0.02 de precisión y para las mediciones digitales fue previa digitalización y calibración de los modelos de estudio, marcando para diente sus puntos de contacto mesial y distal; los datos estadísticos fueron evaluados con el software SPSS versión 15, buscando promedios y desviación estándar y el uso de del “t” de Student para grupos pareados determinando la significancia.

Los resultados del estudio muestran que al comparar los promedios de los diámetros mesiodistales según el método de medición manual y digital se diferencian entre -0.17054808mm (1ºPMSD) y 0.14061923mm (ICSD).

La prueba estadística “t” de Student arrojó que existen diferencias significativas entre las medias manuales y digitales en todas las piezas dentales a excepción del CSD ($p=0.878$) y 1ºMID ($p=0.899$). De manera general también se halló diferencia significativa entre los dos métodos de medición.

Los resultados para el análisis de Bolton total se encontraron diferencia significativa a diferencia para el análisis de Bolton anterior en la que no se halló diferencia significativa.

ABSTRACT

The current use in several countries in Orthodontics computer programs and the introduction of digital study models have changed the traditional way of performing measurements on them, while eliminating the disadvantages of the method of manual measurement.

Using a new method of measurement would allow the development of software as an auxiliary tool for automatically obtaining a large number of measures for orthodontic indices both in the mixed dentition and permanent, from scanning and calibrated correctly prior on the scanned image to ensure the accuracy of the measurement.

This study aims to compare a new digital measurement method in two dimensions (2D) by using a software developed by the researcher for use in the analysis of Bolton, and used as a resource that allows us to make it easier to measure in study models.

Was conducted in a population comprised of 104 school study models from 12 to 18 year old SJL GAM EI 139. Of a total of 120 models according to the criteria of inclusion and exclusion, with a descriptive, comparative and cross in order to identify differences in the diameter measurements and the discrepancy mesiodistal obtained from the analysis of Bolton using the digital measuring method and the manual measurement method.

The instrument used for the manual measurements was a proximate digital caliper with 0.02 and precision digital measurements was pre-scanning and calibration of study models, marking for their points of contact tooth mesial and distal statistical data were evaluated with SPSS software version 15, looking

mean and standard deviation and the use of the t-paired student for determining significance.

The study results show that when comparing the averages of the mesiodistal diameters measured using the method of manual and digital differ- 0.17054808mm (1 PMSD) and 0.14061923mm (ICSD).

The test statistic "t" Student showed significant differences between manual and digital medium in all teeth except the CSD ($p = 0.878$) and 1 MID ($p = 0.899$). In general also found significant difference between the two measurement methods.

The results for the analysis of total Bolton found a significant difference in contrast to the analysis of Bolton earlier in which there was no difference significantly.

I. INTRODUCCIÓN

Los modelos de estudio de las arcadas dentarias son ampliamente utilizados en la práctica odontológica ya que permiten un registro tridimensional de la morfología dentaria del paciente, y evalúan las condiciones oclusales de cada individuo, sin interferencia de los tejidos blandos de la boca. Por ello, han tenido desde siempre una gran importancia, permitiendo la realización de un gran número de medidas de interés importantes a la hora de establecer un diagnóstico y plan de tratamiento del paciente ortodóntico, tales como la determinación del índice anterior y total de Bolton, etc. Ahora bien, la realización de esas medidas puede resultar compleja o incómoda. Esto provoca que muchos profesionales omitan estas mediciones antes del comienzo del tratamiento de Ortodoncia.

Con el ánimo de facilitar o mejorar la medición de estos índices existen muchos estudios que describen métodos alternativos más o menos exactas al método de medición tradicional sobre el modelo de estudio de los tamaños mesiodistales de los dientes, así como medidas asociadas. La aplicación del análisis de imagen en dos dimensiones (2D) con un software adecuado al estudio de las longitudes en las arcadas dentarias permite la determinación de un gran número de medidas de una forma sencilla, exacta y rápida, permitiendo además eliminar la necesidad de almacenamiento de estos modelos.

Durante los últimos tiempos, se ha notado en todo nivel de la sociedad, un desarrollo significativo de la tecnología de computación. En ortodoncia, esos avances también se han manifestado, mayormente en los instrumentos de

diagnóstico. El empleo de las fotos digitales, las radiografías digitales, programas de evaluación cefalométrica y de previsión de resultados de cirugías ortognáticas son de uso cotidiano de la clínica ortodóntica. Y los modelos dentarios digitales en ortodoncia como el componente nuevo de la documentación totalmente digitalizada.

Los modelos dentarios digitales se presentan como un método que eliminaría las limitaciones conocidas de los modelos de yeso. Como todo nuevo examen diagnóstico, el implemento de la tecnología digital para la evaluación de los modelos dentarios ha generado controversias en el medio ortodóntico. La precisión y rapidez para la obtención de datos del diagnóstico, la facilidad de almacenamiento de informaciones y la posibilidad de consultar la información vía internet con otros profesionales en cualquier sitio a cualquier hora, es una de las principales ventajas de trabajar con modelos digitales para obtener un diagnóstico.

Para que el uso de los modelos digitales se torne más confiable y rutinario en ortodoncia, se necesita responder algunas interrogantes. ¿Las medidas hechas en el modelo digital procesado en el ordenador, son compatibles con las medidas realizadas manualmente en los modelos de yeso? ¿Los análisis de los modelos tal como el análisis de Bolton, de Tanaka y Jonhston y los disponibles en los programas que generan imágenes de los modelos digitales, son confiables? ¿Los programas del ordenador comúnmente usados para capturar y evaluar las imágenes de los modelos dentarios digitales presentan el mismo nivel de precisión?

Por este motivo, el presente estudio pretende someter a prueba un método de medición digital en 2D mediante el empleo de un Software desarrollado por el investigador para el análisis de Bolton y utilizarlo como un recurso que nos permita hacer más fácil la medición en los modelos de estudio, que se pueda buscar, localizar, organizar y recuperar la información existente, permitiendo el almacenamiento de un gran volumen de información obtenida de los modelos de estudio en el disco duro de las computadora.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

Mok K. y Cooke M. (1998) Realizaron un estudio con el propósito de evaluar la reproductividad de los ancho mesiodistales de los dientes, el valor del perímetro de arco de modelos digitales DigiGrafh™ “Método Sonic” y por el calibrador digital en los modelos de yeso. La muestra fue 47 pares de modelos de yeso de niños chinos con una edad promedio de 12,5 años de edad, el perímetro de arco fue medido en seis segmentos y la anchura mesiodistal de todos los dientes excepto las 2ª y 3ª molares determinándose la discrepancia de arco. Los resultados muestran que la reproductividad para ambos métodos usando la prueba F de la desviación estándar presentaron una diferencia estadísticamente significativa, concluyéndose que había mayor nivel de desviación para el método sonic.⁽¹⁾

Tomasseti J. y Taloumis L. (2001) Realizaron un estudio con el propósito de determinar la exactitud y la eficacia del análisis total y anterior de Bolton usando medidas manuales con un calibrador vernier (OIS® Orthodontics, Aston) y comparar con cada uno de los tres métodos computarizados: Quick Ceph (QuickCeph Systems), The Hamilton Arch Tooth System (HATS) (GAC International), y OrthoCAD software. Los resultados del método manual fueron comparados con los métodos computarizados; cada método también fue comparado basándose en el tiempo requerido para cada análisis. Los autores concluyeron que hay métodos más eficientes en tiempo capaces de medir o realizar el análisis de Bolton. De todas maneras no hay exactitud en los métodos computarizados comparados con el método tradicional.⁽²⁾

Garino F. y Garino B. (2002) Realizaron un estudio con el objetivo de investigar si existen diferencias entre las medidas mesiodistales, rotación e inclinaciones de los incisivos centrales de ambas arcadas, la distancia intercanina e intermolar tomadas de los modelos de yeso y los moldes digitales. Dos grupos de parámetros fueron considerados. Para el grupo de medidas más grandes se considero la distancia intercanina e intermolar en ambos arcos, para las medidas más pequeñas, se consideró las dimensiones mesiodistales de cada diente, rotaciones e inclinaciones de los incisivos centrales del maxilar y de la mandíbula. Las medidas fueron realizadas directamente con un calibrador digital y en los moldes digitales con el software 1.7 de Ortho CAD 3D. Dos examinadores realizaron dos veces las medidas tanto en los modelos de yeso como en los modelos digitales. Los resultados muestran que las diferencias son más significativas en los modelos digitales que en los modelos de yeso, debido a la habilidad o cualidad de rotar y alargar los modelos digitales sin variar el tamaño real del diente. ⁽³⁾

Bell et al. (2003) Realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la exactitud de las mediciones obtenidas en modelos tridimensionales a través de la holografía (fotoestereométrico), frente a las medidas realizadas directamente en los modelos de yeso. Se utilizó una muestra de 22 modelos de yeso; las medidas fueron tomadas con un calibrador Vernier, repitiéndoles ocho veces, con al menos un día entre ellos, para evitar el error intraoperador. Los modelos fueron escaneados por el método bioestereométrico y con ayuda del programa desarrollado se obtuvo medidas digitales de los modelos. La diferencia promedio entre las dos mediciones fue 0,27 mm. Esta diferencia se encuentra dentro del rango de error del operador (0,10-0,48 mm) y no fue

estadísticamente significativa ($p < 0,05$). En conclusión: Este estudio muestra que es posible el uso de imágenes en 3D para almacenar modelos de estudio, para el control de tratamiento y para la investigación con un grado satisfactorio de exactitud.⁽⁴⁾

Carreiro L (2003) Realizó un estudio con el propósito de evaluar la discrepancia del tamaño dentario en oclusión normal y diversos tipos de maloclusión en 185 pares de modelos, estos fueron divididos en 4 grupos; grupo 1 con 41 pares de modelos con oclusión normal, grupo 2 con 44 pares de modelos con maloclusión clase I, grupo 3 con 54 pares de modelos con maloclusión clase II división 1 y grupo 4 con 46 pares de modelos con maloclusión clase III (clases de Angle), se usó como instrumento digitalizador tridimensional MicroScribe 3DX; los datos obtenidos fueron transferidos directamente a una plantilla de software Excel "Microsoft" en forma de coordenadas X, Y y Z; a partir de estas coordenadas se determinaron los diámetros mesiodistales de los incisivos centrales, incisivos laterales, caninos, primeras y segundas premolares, primeras molares en ambos lados y ambas arcadas. También se determinaron las distancias intercaninas e intermolar; con estos datos se obtuvo la discrepancia de Bolton, se concluyó que en la oclusión normal, clase I, Clase II y Clase III ocurre un predominio de exceso dentario total en el arco inferior, en relación al arco superior.⁽⁵⁾

Paredes V. y Gandia J. (2003) Realizaron un estudio con el propósito de comprobar la fiabilidad y sencillez de un método digital propuesto por los autores midiendo los diámetros mesiodistales de la totalidad de los dientes superiores e inferiores, exceptuando los segundos y terceros molares tanto por

el método tradicional como por el método digital. La muestra fue un grupo de 20 pacientes, los cuales habían recibido tratamiento ortodóncico previamente. En el Método Tradicional, midieron los diámetros mesiodistales de cada uno de los dientes con un calibre especial de una sensibilidad de décimas de milímetro, directamente sobre los modelos. En el método digital, se digitalizaron todos los modelos de estudio con un escáner convencional tipo Hewllet Packard Scan Jet II Cx/T. Cada imagen digitalizada obtenida se analizó mediante un programa informático de diseño de los autores que permitía localizar los puntos deseados para la medición de los diámetros mesiodistales. Una vez obtenidos los diámetros mesiodistales y longitud de arcada para ambos métodos se efectuaron todos los cálculos (Cálculo del índice de Bolton anterior y posterior. La reproducibilidad del método resultó tener un error medio de 0.05 mm, obtenido para todas las mediciones por el Método Digital. Los resultados obtenidos para la longitud de arcada por ambos procedimientos, son datos prácticamente idénticos. Los del coeficiente del Índice de Bolton tanto anterior como total y las discrepancias oseodentarias obtenidos por ambos métodos reflejan valores muy similares. Como conclusión afirmaron que el método de medición digital propuesto, es igualmente sensible y exacto que el método tradicional para la medición de los diámetros mesiodistales de los dientes y más rápido de ejecutar; presenta además la ventaja de calcular automáticamente las discrepancias oseodentarias, el índice de Bolton y localizar asimetrías entre dientes de distintas hemiarcadas.⁽⁶⁾

Santoro M. y Galkin S. (2003) Realizaron un estudio con el propósito de evaluar la confiabilidad del sistema de Ortho CAD. Dos examinadores independientes midieron el diámetro mesiodistal, over bite, y over jet en los

modelos digitales y en los modelos de yeso. 76 modelos de estudio fueron utilizados. Los resultados demostraron una diferencia estadística significativa entre los 2 grupos para el diámetro mesiodistal y el over bite con las medidas digitales más pequeñas que las medidas manuales. Sin embargo, la magnitud de estas diferencias se extendió a partir de 0.16 milímetro a 0.49 milímetro y se puede considerar en clínica como no relevante. La confiabilidad de los examinadores fue coherente para ambos métodos.⁽⁷⁾

Zilberman O. y Huggare V. (2003) Realizaron un estudio con el propósito de probar la exactitud de las medidas de los modelos mediante la ayuda de calibradores digitales y del Ortho CAD comparando estas dos técnicas, para ello se crearon 20 tipos de maloclusiones en modelos con dientes artificiales, las impresiones fueron tomadas de estos modelos, obteniéndose 20 modelos de yeso con impresiones de alginato y 20 modelos digitales con impresiones de silicona; las medidas mesiodistales obtenidas de los dientes, las dimensiones intercaninas e intermolares fueron tomadas en ambos modelos. Los valores resultantes fueron comparados, dando como resultado que las medidas de los calibradores digitales en los modelos de yeso eran altamente válidas y reproducibles para el diámetro de diente y las anchuras de arco, seguida de cerca por el Ortho CAD.⁽⁸⁾

Cibrian R. y Col. (2003) Realizaron un estudio con el objetivo de desarrollar un software adecuado para el estudio de las arcadas dentarias y determinar de forma automática un gran número de índices ortodóncicos, a partir de una correcta digitalización de las arcadas dentarias. La muestra constó de 100 modelos de yeso que formaban parte de los registros iniciales de los

pacientes. La digitalización de los modelos de yeso se realizó con un escáner convencional, HP ScanJet II, manteniendo la relación de escala del modelo original (papel milimetrado para permitir el calibrado de las medidas). Cada uno de estos modelos se midió diámetro mesiodistal, longitud de arcada, diámetro bicanino y bimolar tanto con el método digital como con el método tradicional utilizando un calibre especial de medición dentaria (modelo P.1078.15 de la Casa Leone®). De los resultados obtenidos tanto el coeficiente de correlación y el intervalo de confianza indican la equivalencia entre ambos métodos de medición; el método digital permite obtener valores equivalentes a los determinados con el método tradicional, pero de una forma mucho más cómoda y con mayor precisión. ⁽⁹⁾

Martins R. (2004) Realizó un estudio con el objetivo de analizar los modelos de estudio digitalizados en 3D de las personas con oclusión normal a través de un software. Se realizaron medidas intra e interarcos en modelos de yeso de la población brasileña con oclusión normal. Para ello, 51 modelos de oclusión normal fueron dos veces digitalizados en 3D con el MicroScribe. Con los datos obtenidos se trabajó en el software Tigaro. El análisis para estimar los promedios de las medidas y el error estadístico fue calculado con la prueba T Student y la fórmula de Dahlberg respectivamente. Como resultado de las estimaciones se establecieron promedios para la población brasileña con oclusión normal de las distancias intercanina, intermolar, entre 1ª premolares y entre 2º premolares, longitud de arco, torques y inclinaciones de los dientes, espesores de dientes en el tercio medio, la profundidad curva Spee, overjet y overbite, angulación entre los planes oclusales; el desvío de línea media y las diferencias entre los bordes de las caras oclusales de los dientes anteriores.

También de este estudio, se determinó un formato arco patrón para el estudio muestra que puede ser usado como plantilla de arcadas en ortodoncia.⁽¹⁰⁾

Parsekian M. R. (2004) Realizó un trabajo con el objetivo de medir el promedio de algunas medidas intra e interarcadas en modelos de estudio de la población brasileña. 51 pares de modelos de yeso fueron convertidos a modelos digitales en 3 dimensiones con el sistema MicroScribe dos veces para evaluar errores en el método, los datos obtenidos fueron introducidos y trabajados en el software TIGARO. El análisis para estimar los promedios de las medidas y el error estadístico fue calculado con la prueba T Student y la fórmula de Dahlberg respectivamente. Se establecieron promedios para la población brasileña con oclusión normal para la distancia intercanina, intermolar, Inter 1ª premolar, Inter 2ª premolar, altura cúspidea, profundidad de la curva de Spee, over Jet y over Bite, angulación entre los planos oclusales, desvío de la línea media y las diferencias entre las bordas oclusales de los dientes anteriores. También, se determinó un formato de arco estándar para la muestra estudiada que puede utilizar como patrón para los arcos en ortodoncia determinado partir de este estudio.⁽¹¹⁾

Quimby M. y Vig K. (2004) Realizaron un estudio con el propósito de determinar la exactitud (validez), la reproductividad (confiabilidad) y la eficacia de las medidas hechas en los modelos digitalizados. Un modelo de oclusión de yeso dentoform sirvió como un estándar dorado para evaluar errores sistemáticos asociados a los modelos de yeso y modelos digitalizados. Exactitud, reproductividad y eficacia fueron evaluados comparando las medidas de los modelos digitalizados con las medidas de los modelos de yeso (a)

exactitud; un examinador midió 10 modelos hechos de un Dentoform dos veces; (b) reproductividad y eficacia, dos examinadores midieron 50 modelos de pacientes dos veces y (c) efectividad, 10 examinadores midieron 10 modelos de pacientes dos veces. Reproductividad (confiabilidad) fue evaluado usando el coeficiente de correlación Interclass y el T student usado para evaluar la validez. Solamente las medidas de los espacios maxilares y mandibulares fueron evaluadas en los modelos digitalizados los que diferían de las medidas hechas en el Dentoform “estándar dorado”. Hubo gran diferencia significativa para las medidas hechas en los modelos digitales. Reproductividad fue alta para las medidas hechas en ambos modelos de yeso y digitales. En conclusión las medidas hechas en modelos digitalizados parecen ser generalmente tan exactas y fiables como las medidas hechas en los modelos de yeso. La eficacia fue similar para los modelos de yeso. Por lo tanto; modelos digitalizados parecen ser una alternativa clínica aceptable a modelos convencionales de yeso. ⁽¹²⁾

Ruiz Bravo I. (2004) Analizó el ancho mesiodistal coronario y las discrepancias dento-dentarias en pacientes ortodóncicos en la ciudad de Talca, en pacientes mayores de 15 años de las principales clínicas de ortodoncia de la ciudad; seleccionando 100 pares de 2000 pares de modelos de estudio (52 varones y 48 mujeres). Los pacientes poseían dentición permanente completa, sin pérdida o exceso de material dentario a nivel proximal ya sea por caries, restauraciones, prótesis y alteraciones de tamaño dentario. El objetivo era obtener los diámetros mesiodistales y la frecuencia de discrepancia dentodentaria en dientes permanentes. La medición se realizó con un compás punta fina y un calibrador de precisión digital; dos veces por cada diente. Se

encontró que los anchos mesiodistales de los dientes de los hombres son más grandes que de las mujeres; el ancho mesiodistal coronario analizado en este estudio fue mayor y estadísticamente significativo en comparación con otros estudios; se encontró una gran variabilidad en los dientes maxilares donde los incisivos laterales presentaron el mayor coeficiente de variación, siguiendo los premolares y en tercer lugar las 1ª molares. ⁽¹³⁾

Sáenz I. D. (2004) Realizó un estudio con el propósito de evaluar la confiabilidad de las medidas realizadas en modelos tridimensionales (Emodels Inc.) con el Software de Geodigm versus las medidas manuales realizadas en modelos de yeso con un calibrador digital para determinar el índice de maloclusión de Little. Metodología; fueron seleccionados 30 sujetos con edades entre 12 y 17 años, residentes de Puerto Rico, con un índice de irregularidad de Little mayor a 5. Se tomaron impresiones de alta calidad con polivinil siloxano del arco superior e inferior, estas fueron enviadas a e-models Inc. (Corporación Geodigm) para obtener los modelos tridimensionales digitales. También se obtuvieron modelos de yeso de estas impresiones. Un solo operador realizó mediciones manuales con un calibrador digital calibrado a 0.001mm de precisión. Los modelos digitales tridimensionales fueron medidos utilizando el software de E-model Inc. La prueba estadística de Levene's fue utilizada para verificar la igualdad en las varianzas. Para detectar diferencias entre las mediciones manuales y las digitales se aplicó un análisis T-Test. Resultados: el análisis de Levene's Test asumiendo igualdad de varianzas, fue estadísticamente significativo para ambas arcadas maxilar ($p=0.880$) y mandibular ($p=0.827$). La prueba de T-Test fue estadísticamente significativa para el maxilar ($p=0.598$) y la mandibular ($p=0.592$). Conclusión: Las

mediciones realizadas en modelos digitales tridimensionales son válidas y confiables para determinar el índice de maloclusión de Little.⁽¹⁴⁾

Hayasaki H. y Parsekian R. (2004) Realizaron un estudio con el propósito de evaluar un nuevo método para el análisis de modelos dentales en 3 dimensiones usando un digitalizador MicroScribe 3DX y un Software de 3D mecánico TIGARO. 15 pares de modelos dentales de yeso fueron convertidos a digital 2 veces por el mismo operador en diferentes días; se midieron la distancia intermolar, distancia interpremolar, distancia intercanina, longitud y perímetro de arco, over bite y over jet tanto en los modelos de yeso con un calibrador digital como en los modelos digitales. El resultado de la prueba de T Student no eran significativo, los datos generados por el programa eran estadísticamente igual que los datos obtenidos por el calibrador, concluyéndose que el método digital 3D es exacto y puede ser aplicado en la práctica clínica y en la investigación.⁽¹⁵⁾

Lopes Blos J. (2005) Realizó un estudio con el objetivo de investigar si existe diferencias en la discrepancia de los modelos digitales realizado por un determinado programa del ordenador y la discrepancia de los modelos de yeso (técnica convencional). Se utilizaron 30 pares de modelos de estudio escogidos al azar de los pacientes del curso de Especialización en ortodoncia de la universidad Luterano de Brasil. Los modelos fueron sometidos a las dos técnicas de análisis de espacio, manual y computadorizada por un examinador. Este midió con un compás de los punta seca obteniendo el espacio disponible y el espacio requerido, la discrepancia de los modelos se obtuvo a través de de la diferencia entre ambos valores. Para el análisis de los

modelos digitales, se utilizó el programa de cefalometría computadorizada Radiocef Studio. El programa trabaja con una imagen digital a partir de modelos marcados previamente por el operador. Los modelos se digitalizaron por un escáner de mesa. A partir de la imagen obtenida de los modelos de estudio se ejecuta el programa aplicando con el cursor los mismos puntos de referencia para generar el espacio disponible y el espacio requerido automáticamente, así como el resultado de discrepancia de los modelos. Los resultados de discrepancias de las modelos hechas por ambas técnicas, el análisis estadístico descriptivo y test de Wilcoxon demuestran que sí existe diferencia significativa entre las dos técnicas propuestas. ⁽¹⁶⁾

Facholli A. y Nascimiento J. (2005) Realizaron un estudio con el objetivo de crear y evaluar una herramienta asistida por los recursos informáticos, para facilitar el trabajo en la obtención de los diámetros mesiodistales de los dientes y de la discrepancia de arco. La muestra constó de 55 pares de modelos de yeso; con la ayuda de un calibrador digital se determino los anchos mesiodistales, medición de la base ósea y fueron insertados al programa de computadora desarrollado, calculando la discrepancia dentaria de Bolton y la discrepancia dento alveolar. Para comparar la confiabilidad del programa se compararon estadísticamente, por medio del Test de Student, los resultados. Los resultados demostraron que no existió diferencia estadísticamente significativa entre los valores obtenidos por el programa y por el método tradicional para la proporción total de Bolton y anterior de Bolton, concluyendo que el desarrollo de programas de computadora simplifican y ayudan al cálculo de la discrepancia de arco y la discrepancia dentaria de Bolton. ⁽¹⁷⁾

Lundner (2005) Realizó un trabajo en el objetivo de evaluar la correlación entre las medidas obtenidas de los modelos de yeso y modelos digitales Emodels. 49 modelos de yeso y sus respectivos modelos digitales fueron evaluados por un solo examinador midiéndose el ancho mesiodistal de los dientes, ancho de arco, overbite, overjet, línea media dental, la curva de Spee, el apiñamiento y la discrepancia de Bolton. Resultados: sólo en el ancho de arco había correlación aceptable y diferencias de otras mediciones; el apiñamiento es clínicamente aceptable. La discrepancia de Bolton fue clínicamente insignificante, aunque las diferencias en la discrepancia de Bolton anterior fueron clínicamente significativos (6,1%). La fiabilidad intraexaminador era mayor para los modelos de yeso, se encontraron diferencias clínicamente insignificantes. ⁽¹⁸⁾

Paredes V, Gandia J. y Cibrian R. (2006) Realizaron un estudio con el propósito de desarrollar un método exacto y rápido automatizado en 2 Dimensiones para determinar un algoritmo lineal y predecir los valores de los anchos mesiodistales de caninos y premolares no erupcionados. La muestra consto de 100 pares de modelos de yeso entre las edades de 11,2 a 22,7 años con dentición permanente, todos los modelos fueron digitalizados por un escáner convencional. Con la ayuda de un mouse en la interfase del programa se determinó los diámetros mesiodistales en mm de los dientes permanentes en las imágenes en 2 dimensiones de los modelos; se hizo la combinación de los diámetros de los dientes para emplearlo en un algoritmo lineal y determinar el valor de los anchos mesiodistales de los caninos y premolares erupcionados. Los resultados mostraron que el método digital propuesto era muy exacto para predecir el tamaño de los caninos y premolares. La utilización del diámetro

de los incisivos superiores y 1ª molares inferior era la mejor combinación empleada en una ecuación lineal ya que los coeficientes de regresión lineal eran los más altos ante otras combinaciones: se concluye que el método digital utiliza un algoritmo fácilmente programable que demostró ser exacto, rápido y sensible para la predicción de canino y premolares no erupcionados. ⁽¹⁹⁾

Paredes V. y Col. (2006) Desarrollaron un nuevo método digital para determinar el tamaño de los dientes y para calcular el índice de Bolton anterior y posterior; y lo compararon con el método tradicional. La muestra consistió en 100 modelos de estudio en dentición permanente, las cuales eran de pacientes con una edad media de 14 a 18 años atendidos en el Departamento de Ortodoncia de la Universidad de Valencia, España. Para el método tradicional fue usado un vernier digital para obtener el diámetro mesiodistal de los dientes en los modelos de estudio. Para el método digital los modelos fueron escaneados en 2 dimensiones. La reproducibilidad de este método digital versus el tradicional fue analizado determinando errores intra e Inter operador. Los resultados demostraron que el método digital brinda resultados comparables con la técnica tradicional para el índice de Bolton anterior y posterior, respectivamente. Los resultados también mostraron más discrepancia en el índice del Bolton anterior que en índice de Bolton posterior usando ambos métodos en este estudio. ⁽²⁰⁾

Singh S. P. y Goyal A. (2006) Realizaron un estudio del diámetro mesiodistal de la corona en la dentición permanente en niños del Norte de la India en 110 individuos (40 varones y 70 mujeres) pertenecientes a la ciudad de Ludhiana. La muestra tenía que tener los dientes permanentes totalmente erupcionados

hasta las 2ª molares; se excluyeron las terceras molares, pérdida dentaria, caries interproximales, restauraciones mesial y distal, fractura dentaria y dientes con defecto congénito (anomalía dentaria). Las impresiones se hicieron con un hidrocoloide irreversible (alginato), haciendo el vaciado inmediatamente con yeso piedra. Se midieron con un vernier con una exactitud de 0.1 mm. Se obtuvieron los promedios de los diámetros mesiodistales de cada tipo de diente. Los diámetros mesiodistales de la corona de los hombres son más grandes que el de las mujeres para cada tipo de diente maxilar y mandibular.⁽²¹⁾

Asquith J. (2007) Realizó un estudio con el objetivo de examinar la exactitud y la reproductibilidad de medidas hechas en modelos digitales. Diez pares de modelos de estudio fueron explorados usando el sistema Arius3D. Dos examinadores midieron individualmente 11 parámetros en los moldes convencionales y en los modelos digitales en dos ocasiones. Los parámetros incluyeron el diámetro mesiodistal de la corona, anchura intercanina e intermolar, longitud del arco, over jet, y altura de la corona del incisivo. Las técnicas de medida fueron comparadas usando la prueba t tests, el coeficiente de confiabilidad, y la diferencia de los promedios calculados entre los métodos. Las medidas más exactas y más reproductivas fue la anchura del intercanina y over jet. Se concluyó que la mayoría de los parámetros en los modelos digitales pueden ser medidos confiablemente.⁽²²⁾

Gracco A. (2007) Realizó un estudio con el objetivo de comparar la exactitud de las medidas realizadas usando software en modelos digitales con medidas hechas a mano en modelos convencionales de yeso, y evaluar el tiempo requerido para cada método. Veinte ortodontistas realizaron las medidas de la

distancia intercanina, de la anchura anterior, de la anchura posterior, del sector anterior, del sector medio y del sector posterior usando un calibrador tradicional de Boley y en los modelos 3D usando el software desarrollado por la facultad de Padua de Ingeniería Informática. La prueba t de student fue empleada para comparar la confiabilidad y la validez de las medidas obtenidas. Resultado: para los datos no existe diferencia entre las medidas realizadas y el método del software fue más rápido. Concluyeron que las medidas realizadas en los modelos 3D son una alternativa válida y confiable a esas usadas actualmente en modelos del yeso en práctica ortodóntica, con la ventaja perceptiblemente de reducir tiempos de la medida. ⁽²³⁾

2.2 BASES TEÓRICAS.

2.2.1 DIAGNÓSTICO EN ORTODONCIA

2.2.1.1 IMPORTANCIA

El tratamiento ortodóntico se basa en la evaluación clínica y en la documentación ortodóntica, compuesto por los exámenes auxiliares, radiográficos (panorámico, telerradiografía, trazado cefalométrico), modelos de estudio con su análisis de los modelos y fotos faciales y intrabucales. El tratamiento se puede definir a partir de la evaluación y de las expectativas del paciente. (24, 25, 26, 27, 28).

2.2.1.2 MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO

Para Gregoret el diagnóstico ortodóntico comprende dos aspectos claramente diferenciados: el clínico y el cefalométrico. En el estudio clínico involucra todos aquellos procedimientos que permiten describir, analizar y medir el problema maxilofacial y dentario en sus aspectos morfológicos y funcionales mediante maniobras clínicas realizadas sobre el paciente en forma directa o con el auxilio de algunos elementos complementarios. Es por ello, que se usa los métodos directos (anamnesis, exploración visual y palpación manual e instrumental) e indirectos como fotografías, radiografías (panorámicas, oclusales y periapicales), modelos de estudio y modelos montados en articulador. (25, 27, 29)

Comprende dos aspectos principales:

- Examen clínico.
- Exámenes complementarios (radiografías, modelos y fotografías)

Ambos están íntimamente relacionados porque un completo examen clínico no puede prescindir de los datos aportados por los diferentes tipos de exámenes

auxiliares. Los modelos, por su parte, completan y amplían el examen clínico.

(24, 25, 29, 30)

a). EXAMEN CLÍNICO

El examen clínico deberá dirigirse a valorar la salud de los tejidos duros y blandos. Se considera tres áreas:

- ✓ **Examen de los tejidos blandos.-** Este examen comprende la evaluación de los labios, mucosa bucal, frenillos labial y lingual, lengua y encías.
- ✓ **Examen periodontal.-** Comprende el examen clínico periodontal propiamente dicho, examen radiográfico periodontal, exámenes de laboratorio.
- ✓ **Examen de la dentición.-** Determina el número de piezas dentarias, tamaño y forma, posiciones, relaciones interoclusales de incisivos, caninos y molares, caries e hipoplasias, malformaciones coronarias, facetas de desgaste, etc. (25, 30)

b). EXÁMENES COMPLEMENTARIOS

b.1). RADIOGRAFÍAS:

Radiografías Panorámicas.- Proporciona una evaluación global, brinda informaciones morfológicas y cronología del desarrollo de los dientes en una única toma radiográfica. Es un examen suplementario al examen clínico para estudiar las variaciones de las estructuras dentomaxilares y las afecciones patológicas de tejidos duros y blandos.

Radiografías Periapicales.- Brinda la misma información que la radiografía panorámica, pero con un campo de evaluación más reducido, aunque con

mayor definición; indica la integridad de los tejidos dentarios y para el estudio de las condiciones radiculares y periodontales.

Radiografías Oclusales.- Su uso es limitado, complementa a las anteriores en la localización de los dientes retenidos y se indica también para observación de la sutura media palatina. (25, 30, 31, 32, 33)

b.2). FOTOGRAFÍAS

La fotografía dental es considerada en la odontología moderna una herramienta imprescindible para el correcto diagnóstico estético. También nos va a ser útil para el seguimiento del paciente durante el tratamiento, así como para recordarle su situación inicial. Cabe destacar que es considerada; además, un documento médico-legal. (29, 32, 34, 35)

b.3). MODELOS DE ESTUDIO

Los modelos de estudio o de diagnóstico, son réplicas exactas de la boca del paciente en yeso. Los modelos se construyen con impresión de la boca del paciente que se rellenan con material plástico. Cuando el yeso endurece se separa de la impresión, el modelo resultante se denomina modelo de estudio o modelo de diagnóstico. (24, 27, 28, 36, 37)

Los modelos de estudio en yeso constituyen uno de los elementos de gran importancia para el diagnóstico y plan de tratamiento ortodóntico (27, 28, 37). Nos permiten un análisis detallado de la forma y simetría de los arcos, alineamiento dentario, giroversiones, anomalías de forma y tamaño dentario, diastemas, morfología de las papilas interdentes y la forma del paladar. En una vista vestibular, con los modelos en oclusión, se puede determinar la relación de los molares (clasificación de Angle), over bite, over jet, mordidas cruzadas

posteriores y anteriores, mordida abierta, inclinaciones axiales, curva de Spee, etc. ^(25, 29, 38)

Además de todas esas observaciones complementarias que confirman con más detalle aquello que el examen clínico ya nos mostró, los modelos de estudio nos permiten hacer mediciones para determinar la relación entre la cantidad de espacio en el arco alveolar y la cantidad de espacio exigida para que todos los dientes estén alineados correctamente. Los análisis de la discrepancia de modelo pueden ser realizadas en la dentición permanente y en la dentición mixta. ⁽³⁸⁾

2.2.2 IMPORTANCIA DEL DIÁMETRO MESIODISTAL EN EL ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE ESTUDIO EN ORTODONCIA

Un deber del ortodoncista es el alineamiento de los dientes con el fin de mejorar la eficiencia masticatoria y la apariencia facial. Dicha labor es a veces frustrante en los casos de discrepancias dentales, a pesar de esto, el estudio de las discrepancias ha sido centrado en los dientes anteriores como si una discrepancia posterior no pudiera afectar la posición de los dientes anteriores y consecuentemente la apariencia facial.

Las discrepancias mesiodistales son detectadas con frecuencia durante las etapas avanzadas del tratamiento ortodóncico, en los casos donde hay dificultad de obtener la interdigitación convencional (relación molar, premolar y canina de Clase I), el correcto overjet, overbite y la línea media interincisal.

Aunque la mayoría de las personas tienen discrepancias, raras veces se

intentan determinar su significado clínico antes del tratamiento, en parte porque; rotando dientes, cambiando su inclinación axial, cambiando el ancho del arco, o desgastando los dientes interproximalmente, el clínico podría compensar algunas discrepancias coronales. Es relativamente fácil encontrar un diente o un par de dientes discrepantes, mediante el simple examen visual; pero si estas incluyen varios dientes el patrón se vuelve complejo y diferencias pequeñas se suman para producir desarmonías. Existe una relación directa entre la magnitud de las discrepancias, el número de dientes afectados y la presencia de irregularidades oclusales.

El tamaño dental tiene relación con la etiología de algunas maloclusiones. De acuerdo al promedio, las maloclusiones presentan diámetros mesiodistales mayores que las oclusiones normales. Parece que en la ausencia de discrepancias entre el tamaño, la posición y el crecimiento facial, la musculatura oral y perioral; las discrepancias dentales pueden afectar la oclusión en formas variadas. La presencia de dientes grandes está positivamente asociada con arcos dentales anchos y también con apiñamiento dental. Arcos con dientes grandes en la ausencia de apiñamiento se acompañan frecuentemente de inclinación labial acentuada de los dientes anteriores, lo cual a su vez afecta la apariencia facial. Las asociaciones entre el tamaño coronal y el overbite o el overjet son muy bajas; sin embargo, se encuentran individuos en las cuales tales asociaciones son demostrables; Por lo cual, el diagnóstico ortodóncico debe complementarse con un cuidadoso análisis de patrón de las relaciones del tamaño coronal^(39, 40). Dichas relaciones son características decisivas en la identificación de:

- ✓ Factores asociados con el desarrollo de irregularidades oclusales y faciales.
- ✓ Los posibles efectos de la discrepancia sobre la interdigitación dental durante y después del tratamiento ortodóncico.
- ✓ Dientes discrepantes de maloclusiones menores que podrían tratarse mediante desgaste interproximal. ⁽³⁹⁾

Por ello, esta importancia de conocer los diámetros mesiodistales de cada pieza dentaria se basa en la aparición de elementos que ayudan al ortodoncista para el diagnóstico, como los diferentes tipos de análisis establecidos por varios autores que a lo largo del avance ortodóncico y el tiempo han hecho que el diagnóstico y tratamiento sea más fácil. ^(25, 29, 41, 42)

2.2.2.1 DIÁMETROS MESIODISTALES DE LA DENTICIÓN PERMANENTE

A continuación se presenta los valores del diámetro mesiodistal encontrados por varios autores:

Comparación de los diámetros mesiodistales promedio de la dentición permanente (mm)											
	Ash (43)	Bishara(44)	Carhuamarc a(40)	Figun(⁴ 5)	Hernandez(46)	Kraus(⁴ 7)	Paulino(⁴ 8)	Pineda(39)	Ruiz(¹ 3)	Singh(21)	Yamagut o(⁴⁹)
ICS	8.5	6.9	8.82	9	9	8.5	8.77	8.84	9.15	8.84	8.87
ILS	6.5	4.93	7.35	6.4	6.4	6.5	6.92	7.17	7.44	7.01	6.85
CS	7.5	6.1	8.35	8	7.6	7.5	7.98	8.24	8.46	8.01	7.99
1° PMS	7	5.85	7.62	7	7.2	7	7.28	7.53	7.67	7.28	7.17
2° PMS	7	5.98	7.37	6.8	6.8	7	6.95	7.27	7.24	6.93	6.72
1° MS	10	9.25	11.06	10.3	10.7	10	10.55	11.1	10.65	10.19	10.11
ICI	5	4.63	5.62	5.4	5.4	5	5.56	5.7	5.96	5.62	5.43
ILI	5.5	5.08	6.26	5.9	5.9	5.5	6.11	6.33	6.6	6.15	5.98
CI	7	5.88	7.2	6.9	6.9	7	6.93	7.21	7.52	7.07	6.93
1° PMI	7	5.98	7.32	6.9	6.9	7	7.32	7.39	7.72	7.22	7.23
2° PMI	7	6.33	7.4	7.3	7.1	7	7.45	7.44	7.68	7.36	7.14
1° MI	11	9.55	11.82	11.2	11.2	11	11.36	11.42	11.72	11.02	11.19

ICS: incisivo central superior; ILS: incisivo lateral superior; CS: canino superior; 1°PMS: 1° premolar superior; 2°PMS: 2° premolar superior; 1°MSD: 1° molar superior;
ICI: incisivo central inferior; ILI: incisivo lateral inferior; CI: canino inferior, 1°PMI: 1° premolar inferior; 2°PMI: 2° premolar inferior; 1°MI: 1° molar inferior.

2.2.3 ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE ESTUDIO

Los datos aportados por el estudio de los modelos permiten hacer el análisis estático y dinámico de las arcadas, constituyen una herramienta muy importante para el diagnóstico y la planificación del tratamiento. El estudio se realiza en los tres planos del espacio: transversal, anteroposterior o sagital y vertical. Cada uno de ellos considera cada arcada independientemente. La relación entre ellas se estudia con los modelos montados en articulador en relación céntrica. (25, 29, 50)

a). Análisis transversal de las arcadas dentarias

Se utiliza como referencia el plano medio sagital para evaluar:

- La coincidencia o no de la línea media dentaria con la línea media del maxilar o mandibular.
- La simetría transversal de ambas arcadas (diastemas o apiñamiento).
- La relación transversal interarcadas (mordidas cruzadas uni o bilaterales).

b). Análisis sagital de las arcadas dentarias

La referencia utilizada para este estudio es el plano transversal. Para la descripción de la relación anteroposterior entre arcadas superior e inferior se utiliza la clasificación de Angle: Clase I, II y III, y se la considera a nivel molar y canino; además, se analiza el over jet o resalte incisal.

c). Análisis vertical de las arcadas dentarias

En este análisis el plano de referencia utilizado es el horizontal que corresponde al plano oclusal, analiza sobremordida o over bite y la curva de Spee. (25, 29, 30)

d). Análisis de la longitud de la arcada

Es la relación entre el espacio disponible en la arcada dentaria y el espacio requerido para el correcto posicionamiento de los dientes: Discrepancia dentaria.

Cuando realizamos un análisis intermaxilar de la posición de los dientes en sus arcadas podemos encontrar tres situaciones diferentes.

1. Los dientes están perfectamente alineados, con sus puntos de contacto correctamente establecidos.
2. Se observan diastemas
3. Existe apiñamiento.

El estudio de esta discrepancia se hace en la dentición mixta o en la dentición permanente. Es necesario cuantificarla con la mayor exactitud posible debido a que es uno de los datos fundamentales que utilizaremos en la planificación del tratamiento.

d.1). Espacio disponible (longitud real de la arcada).- Es la longitud de una línea que va desde la cara mesial de un primer molar permanente a la cara mesial de su homólogo del lado opuesto, pasando a través de los puntos de contacto de premolares y caninos y los bordes incisales de los incisivos.

d.2). Espacio requerido.- Está dado por la suma de los anchos mesiodistales de los dientes mesiales a los primeros molares. Como estos dientes pueden estar erupcionados o no, distinguiremos métodos diferentes para el análisis de la dentición permanente y de la dentición mixta. ^(25, 30)

2.2.4 ANÁLISIS DE LA DISCREPANCIA DE MODELOS

2.2.4.1 DENTICIÓN MIXTA

La dentición mixta se caracteriza por la presencia, en el arco, de dientes deciduos y permanentes en diferentes niveles de desarrollo. Para fines de análisis, deberán estar presentes en el arco los cuatro primeros molares permanentes y los incisivos superiores e inferiores permanentes.

Por los estudios del crecimiento de los huesos maxilares, se sabe que el perímetro de los arcos no se altera de la mesial de la primera molar permanente a la mesial de la primera molar permanente del lado opuesto a partir de los 4 años, pero en algunos casos este crecimiento puede extenderse como máximo hasta la edad de 8 años aproximadamente. Este hecho nos permite realizar, a partir de este periodo, análisis que nos darán las posibilidades de espacio para la erupción de los demás dientes permanentes. Los análisis de la dentición mixta pretender por tanto, prever, a través de tablas o radiografías, el tamaño de los dientes permanentes no erupcionados y si estos tendrán espacio en el arco óseo. Para esto, a través de los estudio de modelos de yeso, se deben de obtener dos medidas individualizadas. (25, 29, 30, 35, 38, 39, 49, 51, 52)

Espacio disponible.- Perímetro de hueso basal comprendido entre mesial del primer molar de un lado hasta la mesial del primer molar del lado opuesto.

Espacio requerido.- Sumatoria del mayor diámetro mesiodistal de los dientes permanentes erupcionados o intraóseos, localizado de la mesial del primer molar de un lado hasta la mesial del primer molar del lado opuesto.

La diferencia entre el espacio disponible y el espacio requerido nos va a dar

las discrepancias de modelo que pueden ser positivas, negativas o nulas. En la dentición mixta, se pueden efectuar los análisis por medio de varios métodos: métodos estadístico (Análisis de Moyers y Análisis de Tanaka - Johnston); método radiográfico (Análisis de Nance), la combinación del método estadístico y método radiográfico (Hixon y Oldfather) y otros métodos (método digital). (28, 35, 38)

2.2.4.2 DENTICIÓN PERMANENTE

El análisis de la discrepancia de modelos en la dentición permanente se realiza solamente en el arco inferior por razones mecánicas y funcionales relacionadas a la propia arquitectura ósea. Para el cálculo de la discrepancia de modelo, es necesario, inicialmente, medir el espacio disponible y el espacio requerido. (29, 30)

Espacio disponible.- Corresponde al tamaño del hueso basal, comprendido entre mesial del primer molar de un lado hasta la mesial del primer molar del lado opuesto. Para efectuar esta medida usamos el compás de punta seca que nos dará un mínimo de error. Se empieza colocando una punta en la mesial de la primera molar permanente y abriendo el compás hasta alcanzar la papila entre el canino y la primera premolar. En seguida, pasamos esta medida a una ficha. Se procede de la misma manera, en pequeños segmentos, hasta la mesial del primer molar permanente del lado opuesto. Cada medida es transferida y registrada en la ficha; con la ayuda de una regla se mide en milímetros el valor del perímetro de arco o espacio disponible.

Otra manera de medir el espacio disponible es con un alambre que debe contornear el arco, de mesial del primer molar de un lado a mesial del primer

molar del lado opuesto, pasando sobre el mayor número posible de puntos de contacto. En seguida, se rectifica el alambre sobre una regla milimetrada y se mide el valor, en milímetro, del espacio disponible total.

Espacio requerido.- Es la sumatoria del mayor diámetro mesiodistal de los dientes permanentes localizados de mesial del primer molar de un lado a mesial del primer molar del lado opuesto; con la ayuda de un compás de punta seca se mide el diámetro mesiodistal de cada diente individualmente y transferirlo a una ficha. Con la regla milimetrada sumamos todos ellos y tendremos el valor del espacio requerido total.

Se calcula en seguida la discrepancia de modelo, que es obtenida por la diferencia entre el espacio disponible con el espacio requerido y puede ser positiva, negativa o nula.

2.2.5 ANÁLISIS DE BOLTON

El tamaño de los dientes de ambas arcadas debe guardar una proporción armónica. La utilización de este método permite detectar antes del comienzo del tratamiento posibles desarmonías entre los tamaños dentarios de la arcada superior e inferior, con la finalidad de anticipar las alteraciones de las relaciones interdentarias que se observan a su finalización, es por ello que se distinguen dos relaciones. (13, 20, 25, 29, 53, 54)

Históricamente ha existido un sinnúmero de métodos de medición de modelos, pero el índice interarcada de *Bolton* sigue siendo indispensable para conocer las posibles desarmonías existentes entre los tamaños mesiodistales de los dientes superiores e inferiores.

El tamaño de los dientes de ambas arcadas debe guardar una proporción armónica. El desequilibrio en esta relación suele manifestarse en las fases finales del tratamiento, imposibilitando el logro de una correcta relación interoclusal, especialmente la relación canina, así como también la corrección del over jet y/o over bite, según los casos.

Wayne A. Bolton realizó su estudio sobre 55 casos de oclusiones ideales tomados tanto en individuos tratados (44) como no tratados ortodóncicamente (11), todos ellos evaluados por el Departamento de Ortodoncia, de la Escuela de Odontología en la Universidad de Washington.

Bolton ⁽⁵⁵⁾ tomó de referencia los anchos mesiodistales de los doce dientes maxilares, desde el primer molar permanente del lado derecho hasta el primer molar permanente del lado izquierdo, los cuales, fueron totalmente medidos y comparados con la suma obtenida por el mismo procedimiento llevado a cabo sobre los doce dientes mandibulares. Se denomina relación o proporción total.

$$\frac{\text{Suma Mandibular "6 – 6"} \times 100\%}{\text{Suma Maxilar "6 – 6"}} = \text{Prop Total}$$

$$\text{Suma Maxilar "6 – 6"}$$

Los resultados obtenidos por Bolton se encuentran resumidos en:

	Índice Total
Rango	87.5-94.8
Promedio	91.3
Desviación estándar	1.91
Error estándar de la media	.26
Coefficiente de correlación	2.09%

También permite obtener la proporción entre la suma de los ancho de los seis anteriores y superiores (proporción anterior) mediante la cual podemos conocer si la anomalía asienta en el sector anterior o en los segmentos laterales.

$$\text{Suma Mandibular "3 – 3"} \times 100\% = \text{Prop Anterior}$$

$$\text{Suma Maxilar "3 – 3"}$$

	Índice Anterior
Rango	74.5-80.4
Promedio	77.2
Desviación estándar	1.65
Error estándar de la media	.22
Coefficiente de correlación	2.14%

Como valores clínicamente significativos para ambas proporciones, el autor estableció a todos aquellos que escapaban al rango, para la proporción total valores fuera del intervalo 87.5 – 94.8% (promedio: 91.3% = 0.26) y para la proporción anterior valores fuera del intervalo 74.5-80.4% (promedio: 77.2% = 0.22).

Valores entre 87.5- 94.8% en la proporción total, nos indican una proporción normal entre los diámetros mesiodistales de ambas arcadas, que dan las condiciones para una relación “over jet – over bite” normal, como así también para una correcta relación canina y una oclusión normal de los sectores posteriores.

Valores por debajo a 91.3%, pueden ser interpretados como exceso de material dentario de los dientes superiores; si el índice total supera 91.3%, los dientes

inferiores son excesivamente grandes en relación a los superiores. Una cifra mayor a 77.2% en la proporción anterior, indica que la causa de la discrepancia debe ser atribuida a un tamaño excesivo de los dientes anteriores inferiores. En cambio, si el índice es inferior a 77.2% se debe a un mayor tamaño de los superiores. Valores entre 74.5 y 80.4% nos indican condiciones favorables para obtener adecuadas relaciones oclusales en el sector anterior.

- Si los valores son mayores del % promedio, entonces hay exceso de tejido dentario en la arcada inferior. Por lo tanto, se revisa el valor de la arcada superior y su correspondiente valor para el inferior.
- Si los valores son menores del % promedio, entonces hay exceso de tejido dentario en la arcada superior. Por lo tanto, se revisa el valor de la arcada inferior y su correspondiente valor para el superior. ^(13, 29)

La utilización de este método permite detectar antes del comienzo del tratamiento, discrepancias dento-dentarias en la arcada superior e inferior, con la finalidad de anticipar las alteraciones de las relaciones interdentarias que se observarán a su finalización.

También sirve para evaluar el efecto de las exodoncias, para hacer una correcta elección de las piezas a extraer y además, para diseñar procedimientos terapéuticos destinados a compensar las dificultades originadas por las incompatibilidades entre las dimensiones de los dientes antagonistas.

Un exceso de material dentario, tanto en una arcada como en otra, debe interpretarse siempre como exceso en relación a la arcada antagonista. Además del uso de la fórmula se recomienda el uso de las tablas (Anexo N° 6) y de las fichas diseñadas para una mejor aplicación de ambas proporciones,

así de esta forma, se pueden obtener los valores ideales de la arcada “responsable de la discrepancia”. (6, 9, 25, 29, 30)

2.2.6 TÉCNICA DE MEDICIÓN MANUAL

2.2.6.1 MEDICIÓN DE LOS DIENTES

Para la medición del diente, se debe medir con respecto a su eje longitudinal en posición vertical. Siempre que sea posible se usa los bocados del calibrador de boley para las mediciones. (38, 41)

i. En piezas anteriores

Longitud de la corona (Labial).- Su medición se da desde la cima de la curvatura de la unión amelocementaria hasta el borde incisal.

Diámetro mesiodistal de la corona.- Su medición se da desde la cima de la curvatura de la cara mesial (zona de contacto mesial) hasta la cima de la curvatura de la cara distal (zona de contacto distal).

Diámetro mesiodistal de la corona a la altura del cuello.- Su medición se da desde la unión de la corona y raíz en la cara mesial hasta la unión de la corona y raíz en la cara distal.

Diámetro labiolingual de la corona.- Su medición se da desde la cima de la curvatura en la cara labial hasta la curvatura de la cara lingual.

Diámetro labiolingual de la corona en el cuello.- Su medición se da desde la unión de la corona y raíz en la cara labial hasta la unión de la corona y raíz en la cara lingual.

ii. En piezas posteriores

Longitud de la corona (vestibular).- Su medición se da desde la cima de las cúspides vestibulares hasta la cima de la curvatura en la unión

amelocementaria.

Diámetro mesiodistal de la corona.- Su medición se da desde la cima de la curvatura en la cara mesial (zona de contacto mesial) hasta la cima de la curvatura en la cara distal (zona de contacto distal).

Diámetro mesiodistal de la corona en el Cuello.- Su medición se da desde la unión de la corona y raíz en la cara mesial hasta la unión de la corona y raíz en la cara distal.

Diámetro vestibulolingual de la corona.- Su medición se da desde la cima de la curvatura en la cara vestibular hasta la cima de la curvatura en la cara lingual.

Diámetro vestibulolingual de la corona en el cuello.- Su medición se da desde la unión de la corona y raíz en la cara vestibular hasta la unión de la corona y raíz en la cara lingual. ^(44, 46, 47, 48)

2.2.6.2 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN MANUAL PARA EL ANÁLISIS DE MODELO

a). Método visual

Este método requiere cierto entrenamiento. Se observan cuidadosamente los modelos y se evalúa mentalmente el espacio, los apiñamientos, los dientes en correcta posición, los diastemas y las magnitudes de las giroversiones si existieran; es un método muy difundido, que presenta variaciones de un operador a otro, pero cuando se ha logrado una cierta experiencia su grado de exactitud es similar al de otros métodos. ⁽²⁵⁾

b). Compás de dos puntas

Se divide la arcada dentaria en segmentos. Dos segmentos correspondientes a los premolares, dos al área de caninos y dos segmentos para el sector incisivo.

Se mide el ancho mesiodistal de esos segmentos. La suma de ellos constituye el espacio disponible (la longitud de la arcada).

Se suma los anchos mesiodistales de los diez dientes anteriores, también medidos con un compás (espacio requerido). La diferencia entre ambas medidas es la discrepancia dentaria. ⁽²⁵⁾

Vellini para efectuar estas medidas, recomienda usar el compás de punta seca que nos dará un mínimo de error. Con la ayuda de ese compás de punta seca se mide el diámetro mesiodistal de cada diente individualmente y transferido a la ficha de cartulina. Con una regla milimetrada sumamos todos ellos y tendremos el valor del espacio requerido total. ^(29, 53)

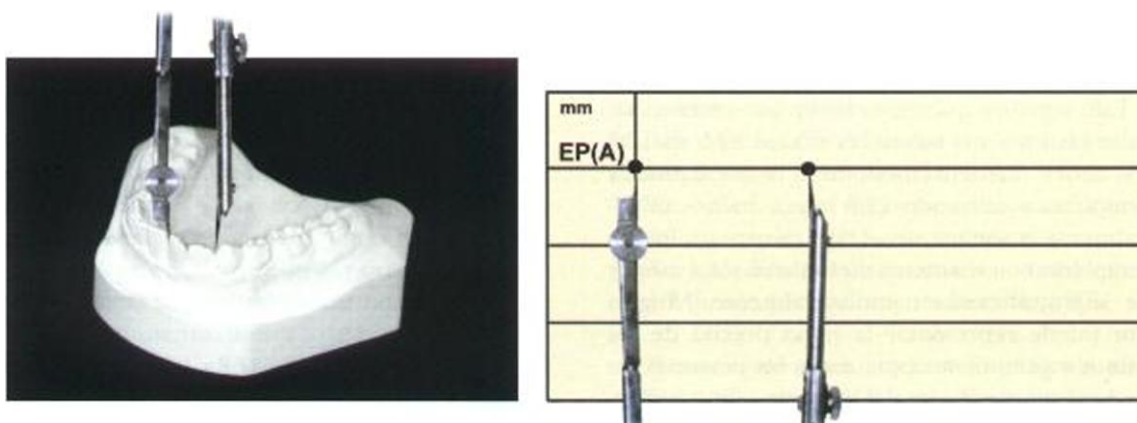


Figura N°1 Utilización del compas de punta seca para la medición del espacio disponible y su transferencia a la ficha.

c). Alambre de latón

Este método sólo es para medir el espacio disponible que se hace con el alambre de latón, que debe contornear el arco, de mesial del primer molar permanente de un lado al mesial del primer molar permanente del lado opuesto, pasando sobre el mayor número posible de puntos de contacto. En seguida se rectifica el alambre sobre una regla milimetrada y se mide el valor en milímetros del espacio disponible. ⁽²⁹⁾

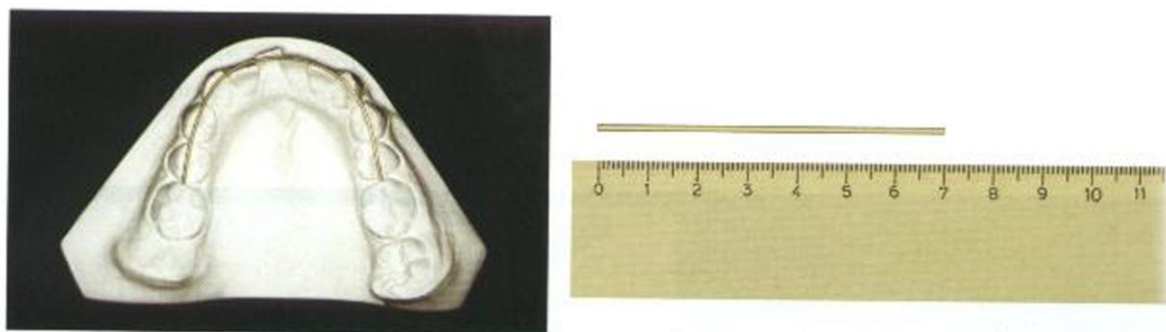


Figura N°2 Determinación de espacio disponible con la ayuda de un alambre de latón

d). Radiográfico.

El método de la medición de los dientes en radiografías se basa en la medición de los dientes no erupcionados. ^(35, 51) Para ello se requiere una imagen radiográfica sin distorsiones, que es más fácil de conseguir mediante placas periapicales individuales que con una placa panorámica. En cualquier tipo de radiografía es necesario compensar la ampliación de la imagen radiológica. Esto se puede conseguir midiendo un objeto que se pueda ver tanto en las radiografías como en los modelos, por lo general un molar primario.

$$\frac{\text{Anchura real del molar primario}}{\text{Anchura aparente del molar primario}} = \frac{\text{Anchura real de la molar sin erupcionar}}{\text{Anchura aparente del molar sin erupcionar}}$$

La exactitud que se obtiene es entre aceptable y buena, dependiendo de la calidad de las radiografías y de su posición en el arco. Esta técnica puede emplearse en ambas arcadas dentales y en cualquier grupo étnico. ^(35, 52)

e). Fotocopia de los modelos de estudio

El método de estudio sobre fotocopias de modelos conlleva ventajas, como la sencillez y la asequibilidad, la facilidad de registro y el almacenamiento para estudios a largo plazo o la posibilidad de digitalización y tratamiento de datos

para su estudio y divulgación.

Labajo G. ⁽⁵⁶⁾ Evaluó el método de fotocopias de modelos para el estudio antropométrico de la arcada dental en el 2004. En una muestra de 108 registros, tanto de modelos de estudio como de fotocopias de modelos, realizó diversas mediciones dentales y de arcada. Se evaluó la fiabilidad del método de medición mediante fotocopias de modelos de estudio. Según los resultados las diferencias en las mediciones realizadas sobre modelos de estudio y sobre fotocopias de modelos son mínimas.

El método de estudio de la arcada dental sobre fotocopias de modelos se puede considerar como un método válido para estudios anatómicos, antropológicos y ortodóncicos. Así mismo, la fotocopia de modelos de estudio puede facilitar la conservación de los datos sobre los tratamientos realizados, que la legislación actual exige. ^(56, 57)

f). Pie de rey (Vernier)

El calibre, también denominado cartabón de corredera o pie de rey, es un instrumento para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros (1/10 de milímetro o hasta 1/20 de milímetro).

Consta de una "regla" con una escuadra en un extremo, sobre la cual desliza otra destinada a indicar la medida en una escala. Mediante piezas especiales en la parte superior y en su extremo permite medir dimensiones internas y profundidades. Posee dos escalas: la inferior milimétrica y la superior en pulgadas. ⁽⁵⁸⁾

Componentes del pie de rey.

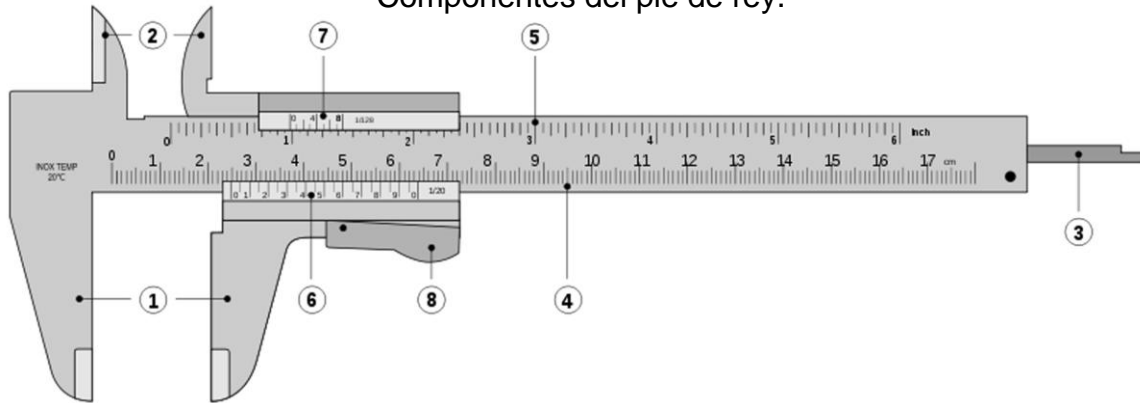


Figura N°3 1. Mordazas para medidas externas. 2. Mordazas para medidas internas. 3. Coliza para medida de profundidades. 4. Escala con divisiones en centímetros y milímetros. 5. Nonio para la lectura de las fracciones de milímetros en que esté dividido. 6. Nonio para la lectura de las fracciones de pulgada en que esté dividido. 7. Botón de deslizamiento y freno.

f.1). Manual

La precisión de estos instrumentos depende mucho de la calidad y estado del instrumento en sí; por ejemplo, hay verniers que son precisos hasta el milésimo de una pulgada (.001"), cuando otros son aun más precisos (.0005").

La medida se lee en decimales de pulgada o de unidades métricas; algunos presentan ambas unidades. Existen los que son de una longitud y alcance de 4". Quizá más comunes son los de 6", pero también los hay de 12". Este instrumento es versátil por su diseño, pues permite medir en distintas formas.

(58)

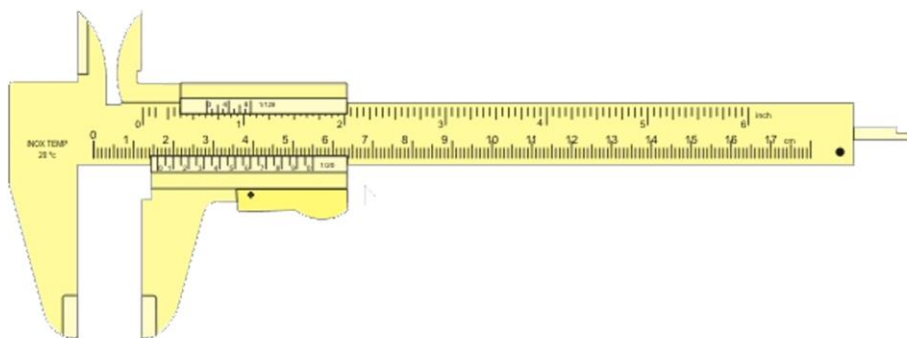


Figura N°4 Pie de rey manual

f.2). Digital

A parte de los vernieres quizás más conocidos, están los que se pueden considerar como "digitales", si es que muestran la medida en una pantalla. ⁽⁵⁸⁾

El tamaño mesiodistal de acuerdo con Moorrees, se midió como la máxima distancia entre los puntos de contacto mesial y distal, poniendo el eje del calibre paralelo a las superficies oclusales o incisales (Ver Anexo N° 1). En el trabajo de Ruiz Bravo, usó el método del calibrador de precisión digital en escala de 0.1 de mm, modelo N_ CD- 6 C, Mitutoyo Corp. Japan. ⁽¹³⁾. Usando la técnica de Moorrees que los modelos deben ser medidos con una precisión de 0.1 mm. ⁽²⁾ Mercado Torres, empleo el método del calibrador digital, Mitutoyo modelo 500 – 143B modificado por él mismo. ⁽³⁸⁾

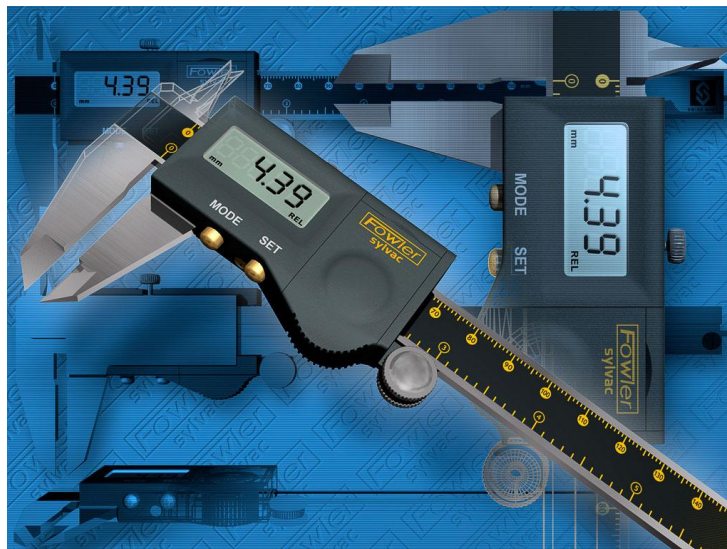


Figura N°5 Pie de rey digital

2.2.7 TÉCNICA DE MEDICIÓN DIGITAL

Los registros ortodóncicos son una herramienta fundamental a la hora de realizar un correcto diagnóstico y plan de tratamiento. Estos registros pueden dividirse básicamente en tres grandes grupos: radiografías, fotografías y modelos de estudio. Estos deben realizarse antes, en muchas ocasiones

durante, y al finalizar cualquier tratamiento de Ortodoncia. Las fotografías intraorales, extraorales, modelos de estudio, ortopantomografía y telerradiografía lateral de cráneo son los registros diagnósticos más utilizados.

Tradicionalmente, las fotografías y las radiografías se han realizado en formato papel, tanto fotográfico como radiográfico, mientras que los modelos de estudio se hacen en yeso; Sin embargo, cada vez más se está produciendo un gran cambio hacia la digitalización de estos registros ortodóncicos. ^(29, 59, 60, 61)

2.2.7.1 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DIGITAL PARA EL ANÁLISIS DE MODELOS

a). COMPUTARIZADO

Cualquier ortodoncista con unos años de experiencia profesional, experimenta el problema del almacenamiento físico de los modelos de estudio de ortodoncia en la clínica, además del tiempo que se pierde clasificando y almacenando los mismos, por ello la digitalización de estos parece una idea muy atractiva. ⁽⁶⁷⁾

Redmon, introdujo un nuevo sistema donde se solicita al profesional el envío de las impresiones o los modelos de estudio del paciente, siendo la propia empresa, la encargada de la digitalización de los mismos con su posterior destrucción y la remisión por consiguiente de las imágenes obtenidas en 3D, evitando de esta manera al profesional el almacenamiento físico de modelos. ^(62, 63)

2.2.8 FUNDAMENTO DE LAS IMÁGENES DIGITALES

Los ordenadores identifican las imágenes digitales como dos tipos de archivos: vectoriales y bitmaps. En los archivos vectoriales la representación vectorial describe un dibujo como una serie de líneas, formas geométricas

simples y fórmulas matemáticas. Se utilizan en gráficos y en ilustraciones a mano libre imágenes en 2D y 3D. En los archivos bitmap la imagen se forma por puntos en una matriz. Cada punto, también denominado píxel (picture element) se graba con su valor particular de luminosidad y de color, formando un mapa (map) de los puntos (bit). Las áreas sin dibujo (fondo) forman parte del archivo. Los archivos más utilizados son las fotos, imágenes digitalizadas de videos, cámaras fotográficas digitales e imágenes u objetos escaneados.

La calidad de la foto digital e imagen digitalizada se basa en la resolución como en la foto tradicional. Existen tres modos para expresar la resolución de una imagen: por sus dimensiones en píxeles, por el número total de píxeles, o por la relación de píxeles por pulgada (ppi) o punto por pulgada (dpi). ^(29, 61)

2.2.8.1 IMAGEN DIGITAL

La imagen digital es el resultado de convertir datos analógicos en digitales mediante el empleo de radiografías digitales, cámaras intraorales, cámaras fotográficas digitales, escáneres, entre otros.

La imagen digital está formada por unos elementos llamados píxeles (picture elements) que se disponen en una trama denominada «mapa de bits». Cada píxel es la combinación de unos valores de color y brillo en una posición determinada que se registra numéricamente.

Los ordenadores usan el sistema numérico binario, a diferencia del sistema decimal con diez dígitos del 0 al 9. El sistema binario consta sólo de dos números: el 0 y el 1. Un número binario se compone de dígitos denominados bit. Con un número binario de dos bits sólo se pueden componer cuatro

números: 00, 01, 10 y 11. Si a cada uno de ellos le corresponde un color, sólo se podrán representar cuatro colores: negro, gris oscuro, gris claro y blanco. ⁽²⁹⁾

2.2.8.2 DIGITALIZACIÓN

Concepto y características: la digitalización consiste en la captura de la imagen de los modelos de yeso mediante un proceso de escaneo y su posterior almacenamiento en un soporte óptico o magnético (disco duro de un procesador). Para ello, la imagen original sufre dos procesos:

1. Muestreo: la imagen se divide en líneas horizontales y éstas a su vez se descomponen en una serie de puntos o píxeles.
2. Cuantificación: a cada uno de estos puntos se le asigna un valor en función de la luminosidad o color de la imagen original.

A la unión de ambos procesos se le denomina digitalización, y el instrumento que realiza este proceso es el escáner o cámara digital. Existen dos parámetros que determinan el resultado de la digitalización:

- La resolución, número de puntos obtenidos por unidad de longitud.
- El número de niveles de grises en que se cuantifica la luminosidad del documento o de colores en el caso de que se trate de un documento en color.

La selección y calibración, para ambos parámetros, de unos valores adecuados condiciona la calidad de las imágenes y las necesidades posteriores de espacio físico de almacenamiento. Las imágenes obtenidas mediante este proceso son de gran tamaño y ocupan demasiado espacio en la memoria, por lo que es necesario someterlas a algún algoritmo de compresión para facilitar su almacenamiento y su transmisión. Los formatos de ficheros imagen empleados con más frecuencia en la digitalización son JPEG y el formato TIFF.

Teniendo en cuenta que uno de los objetivos fundamentales de la digitalización es el de la preservación y conservación del objeto original, es imprescindible asegurar que éste no sufra daños durante este proceso; para ello será necesario utilizar el instrumento de escaneo más adecuado según el tipo de objeto, así como los parámetros más indicados para optimizar la calidad de la imagen obtenida.

2.2.8.3 PRINCIPALES TIPOS DE FORMATOS DE IMÁGENES BITMAP

Una imagen digital bitmap puede grabarse en diferentes formatos de archivo o tipo de extensión, siendo los más utilizados: ⁽²⁹⁾

- ✓ **TIFF.- El TIFF (Tagged Image File Format)** es el de mayor tamaño y mejor en calidad de imagen. Es el formato ideal para el tratamiento de imagen antes de convertirla para cualquier formato. No pierde resolución cuando el tamaño original de la imagen es modificado; también muy conocido y usado para importar/exportar imágenes y fotos entre programas y plataformas diferentes (MAC y PCS); comprime los archivos sin perder calidad de la imagen. Muy utilizado en editoración electrónica.
- ✓ **BMP.- Anacrónico de bitmap, o mapa de bit** es el formato más común propio de Window, almacena los datos sin compactar la imagen. Todos los programas gráficos, tanto los más simples como los profesionales, consiguen abrir y leer este formato.
- ✓ **GIF.- El GIF (Graphics Intchange Format)** es un formato de 8 bits (256 colores) muy popular en internet en animación, pero no es indicado para fotos, pues la limitación de colores causa gran pérdida de calidad,

aunque reduzca bastante el tamaño de los archivos.

- ✓ **JPEG.- El Joint Photographis Experts Group** es uno de los más populares de los formatos adaptados por la internet en razón de la buena tasa de compactación de 24 bits (16,7 millones de colores), y permite elegir la tasa de compactación de los datos de la imagen (cuanto más compactado, menor la calidad). Mantiene archivos pequeños de buena calidad.
- ✓ **EPS.- (Encapsulater PostScript)** se trata de un formato muy común en producción de impresos, puede leerse en PCs y MACS y buena opción para compartir imágenes entre el Photoshop y otros programas.

2.2.8.4 CREACIÓN Y USO DE IMÁGENES DIGITALES

a). Captación.- La captura de imágenes puede hacerse de forma directa o indirecta. En la forma directa, las imágenes pueden capturarse por medio de cámaras fotográficas, cámaras filmadoras o del propio aparato de radiografía digital. En la forma indirecta, las imágenes se capturan por medio de cámaras fotográficas convencionales, filmadoras, scánners o radiografías digitales. La principal característica que hay que observar en equipos de captura de imagen como máquina fotográficas, escáneres, cámaras intra o extraorales, debe ser la resolución óptica. ⁽²⁹⁾

b). Procedimiento, exhibición y almacenamiento de la imagen.- Una vez que se obtuvo la imagen digital podrá almacenarse en su sistema o pasar por un proceso de edición y ser utilizados en medios diversos (Web, e-mail, impresión, presentación, etc.). Muchos equipos de captura de imagen vienen con editores de imagen que la mayor parte de las veces están en versiones reducidas o son

programas con pocos recursos de edición. Los programas de edición de imágenes más conocidas son: Adobe Photoshop, Corel Draw. Paint Shop Pro.

Cuando procesamos una imagen digital, su resolución final dependerá de cómo se pretende usar el archivo. Para visualizar en monitores, TVs, se puede usar resoluciones bajas, entre 72 y 100 dpi; pero si su finalidad fuese imprimir el archivo, la resolución dependerá del periférico de salida. Se utilizan imágenes en alta calidad en una resolución de 600 dpi en el formato TIFF (Tagged Image File Format) o JPEG no comprimida; tanto en las cámaras digitales como en la mayoría de los escáneres; permitiendo elegir la resolución durante la digitalización de la imagen.

Para proveer un almacenamiento más duradero y formar un banco de imágenes debemos salvar las imágenes en medios de almacenamiento. Estos medios pueden ser fijos (disco duro) o removibles (USB, CD, DVD). ⁽²⁹⁾

2.2.9 MODELOS DE ESTUDIO DIGITALES

Con el gran desarrollo y la incorporación de la imagen digital ya sea con un escáner convencional de mesa o con las cámaras digitales, son muchos los autores que digitalizan las imágenes de los modelos para realizar diversas medidas. Con la llegada de los programas informáticos a las clínicas de Ortodoncia, aparecieron nuevos métodos de medida basados en el análisis digital en dos dimensiones (2D) de las imágenes obtenidas. ^{(6, 19, 20, 26, 35, 49, 54, 60,}

64, 65, 66, 67, 68)

2.2.10 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

IMAGEN DIGITAL: Cualquier imagen, fija o en movimiento, que se captura a través de un medio electrónico y se representa en la computadora como un archivo de información.

BIT: Unidad básica de información representada por ceros y unos que se van sucediendo para conformar los distintos significados.

DIGITALIZACIÓN: Convertir al lenguaje del ordenador (en bits) cualquier tipo de información gráfica, de video o audio.

DIGITALIZACIÓN EN 2 DIMENSIONES: Proceso por el cual un modelo de estudio de yeso es convertido por un escáner en datos analógicos a digitales.

SCÁNNER: Periférico capaz de digitalizar información, usualmente se refiere al que es capaz de digitalizar imágenes, textos, objetos o fotos.

SOFTWARE: También conocida como soporte lógico, comprende todo tipo de programas, utilidades, aplicaciones, sistemas operativos, drivers; que hacen posible que el usuario pueda trabajar con la máquina.

2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.3.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Existe diferencia en la medición de los diámetros mesiodistales de las piezas dentarias y de la discrepancia del Análisis de Bolton obtenida utilizando el método de medición digital y el método de medición manual ?

2.4 JUSTIFICACIÓN

El uso actual en diversos países de programas de computadoras en Ortodoncia y la introducción de los modelos de estudio digitalizados han cambiado la forma tradicional de realizar las mediciones de los mismos, además de eliminar las desventajas que representa el método de medición manual.

La aplicación de los análisis ortodónticos en imágenes digitalizadas de los modelos de estudio en dos dimensiones (2D) con un software adecuado al estudio de las arcadas dentarias, permitiría la determinación de un gran número de medidas de una forma sencilla, exacta y rápida, permitiendo además eliminar la necesidad de almacenamiento físico de estos modelos.

El empleo de un nuevo método de medición permitiría el desarrollo de un software como una herramienta auxiliar para la obtención de forma automática de un gran número de medidas para los índices ortodónticos tanto en dentición mixta como permanente; a partir de una correcta digitalización y calibrado previo sobre la imagen digitalizada para asegurar la exactitud de la medición.

Este estudio pretende validar un método de medición digital en 2 dimensiones mediante el empleo de un Software desarrollado por el investigador utilizando el análisis de Bolton como un recurso que nos permita hacer más fácil la medición en los modelos de estudio.

2.5 OBJETIVOS:

2.5.1 GENERAL:

Identificar diferencias en la medición de los diámetros mesiodistales y la discrepancia obtenida del análisis de Bolton utilizando el método de medición digital y el método de medición manual tradicional.

2.5.2 ESPECÍFICOS:

- ✓ Determinar los diámetros mesiodistales de los incisivos, caninos, primeras y segundas premolares, primeras molares permanentes superiores e inferiores utilizando el método de medición digital.
- ✓ Determinar los diámetros mesiodistales de los incisivos, caninos, primeras y segundas premolares, primeras molares permanentes superiores e inferiores utilizando el método de medición manual.
- ✓ Comparar los diámetros mesiodistales de los incisivos, caninos, primeras y segundas premolares, primeras molares permanentes superiores e inferiores utilizando el método de medición digital y el método de medición manual.
- ✓ Determinar la discrepancia de Bolton anterior y total utilizando el método de medición manual.
- ✓ Determinar la discrepancia de Bolton anterior y total utilizando el método de medición digital
- ✓ Comparar los resultados obtenidos la discrepancia de Bolton anterior y total utilizando el método de medición digital y el método de medición manual.

2.6 HIPÓTESIS

No existe diferencia entre los diámetros mesiodistales y las discrepancias obtenidas por el análisis de Bolton utilizando el método de medición digital y el método de medición manual.

2.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADOR	ESCALA	CATEGORÍA
Método de medición	Procedimiento para poder obtener longitudes de las piezas dentarias	Método empleado para realizar la medición.	Nominal	Medición manual Medición Digital
Diámetro mesiodistal	Máxima longitud mesiodistal de la pieza dentaria	Distancia desde el punto más mesial al más distal vista desde oclusal	Razón	Medido en mm.
Discrepancia de Bolton	Proporción existente entre la sumatoria de dientes inferiores y superiores	Numeración en milímetros (mm) que tiene el exceso o defecto de la discrepancia	Razón	Medido en mm.

III MATERIAL Y MÉTODO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN:

DESCRIPTIVO: Porque se determinaron los diámetros mesiodistales de las piezas dentarias y las discrepancias del análisis de Bolton.

COMPARATIVO: Porque se compararon los resultados obtenidos entre los diámetros mesiodistales y las discrepancias del análisis de Bolton manuales y digitales.

TRANSVERSAL: Porque las variables fueron estudiadas en un determinado momento en el tiempo.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA:

3.2.1 POBLACIÓN:

Alumnos entre 12 y 18 años de edad en el año 2009 de la I. E. N° 139 Gran Amauta Mariátegui - San Juan de Lurigancho.

3.2.2 MUESTRA:

3.2.2.1 Tipo de Muestreo: La muestra fue no probabilístico por conveniencia después de haber realizado la selección de los alumnos según los criterios de inclusión y exclusión.

3.2.2.2 Unidad de Análisis: Fueron 104 los pares de modelos en estudio que se tomaron a los alumnos seleccionados.

3.2.2.3 Selección de la muestra: se determinó de manera no probabilística. Se seleccionaron los modelos de estudio de acuerdo a los criterios de selección indicadas por el investigador.

Criterios de inclusión de la Muestra:

- ✓ Deben presentar todos los dientes permanentes (de primera molar a primera molar de ambos lados y ambas arcadas)
- ✓ Morfología normal de los dientes en los modelos de yeso.
- ✓ Alumnos que no presenten lesiones cariosas visibles o restauraciones que afecten el diámetro mesiodistal de las coronas.

Criterio de exclusión de la Muestra:

- ✓ Alumnos con tratamiento ortodóntico previo.
- ✓ Modelo de estudio que presente defectos de vaciado de yeso
- ✓ Modelo de estudio que presente fractura de las piezas dentales
- ✓ Modelos de estudio que presenten malposición dentaria donde sea imposible determinar adecuadamente los puntos de medición.
- ✓ Modelos de estudio de pacientes que presenten dientes con microdoncia o macrodoncia.

3.3 RECURSOS**3.3.1 Humanos**

- 1 investigador.
- 1 asesor.
- 3 colaboradores

3.3.2 Materiales

- Cubetas de impresión 10 pares.
- Alginato 12 libras.
- Yeso ortodóntico Ortomix 10 K.
- Guantes 2 cajas.
- Mascarillas 1 caja.

- Ficha de recolección de datos (400)
- Scanner Epson Perfection 4490 Photo.
- Computadora Pentium IV.
- Impresora.
- Calibrador Digital – Mitutoyo modelo 500-143B modificado.
- Ficha de mediciones del método manual.
- Regla milimetrada (2).
- Calculadora.
- Útiles de escritorio.
- Cámara fotográfica digital.

3.3.3 Infraestructura

Se utilizaron las instalaciones del centro de trabajo del investigador.

3.4 MÉTODOS

3.4.1 PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICA:

3.4.1.1 MÉTODO DE MEDICIÓN MANUAL O TRADICIONAL

El diámetro mesiodistal fue obtenido por la distancia más grande entre los puntos de contacto de las superficies proximales de acuerdo al método descrito por Moorrees y Reed ⁽⁶⁹⁾ (Anexos N° 1) y con ayuda de un calibrador digital con escala de vernier registrándose en una ficha de registro de mediciones. Las medidas fueron hechas por la mañana, a luz natural, con mucho cuidado para evitar el posible daño de los modelos de estudio. ^(6, 9, 20, 28, 41, 70)

a). Medición del diámetro mesiodistal.- Los dientes a ser medidos fueron los incisivos, los caninos, las primeras y segundas premolares y las primeras molares permanentes superiores e inferiores. Las mediciones fueron hechas

por el investigador, mediante el empleo de un Calibrador digital Mitutoyo modelo 500-143B modificado con las puntas afiladas (Ver Anexo N° 1) con precisión de 0,02mm. Se realizaron cuatro mediciones de cada pieza por separado desde la primera molar derecha a la primera molar izquierda en el arco superior e inferior; si la diferencia entre las medidas fuera menor a 0.2mm el promedio será registrado, si ésta fuera mayor a 0.2mm el diente será medido otras dos veces y el nuevo promedio será registrado. ^(6, 41, 71)

b). Veracidad de la medición.- El investigador fue calibrado con la ayuda de un especialista en Ortodoncia, quien tomó las medidas de los incisivos, caninos, primeras y segundas premolares, primeras molares permanentes superiores e inferiores de 5 modelos de la muestra; la segunda medida fue tomada después de haber tomado las primeras. La correlación entre la primera y segunda medida fueron calculadas para determinar la veracidad de las medidas. ^(6, 14)

3.4.1.2 MÉTODO DE MEDICIÓN DIGITAL

a). Digitalización de los modelos de estudio.- Se digitalizaron todos los modelos de estudio con un escáner convencional tipo Epson Perfection 4490 Photo. Las imágenes de los modelos se digitalizaron con una resolución de 600 puntos por pulgada, obteniendo imágenes de aproximadamente 730 por 578 píxeles en formato JPG. El método de medición digital nos permitía una sensibilidad de centésimas de milímetros ⁽⁷⁷⁾. Las arcadas se digitalizarán junto a un marco de regla que rodea al modelo y nos permite conocer el factor de transformación de dimensiones (proporción píxel-milímetro), tanto en sentido vertical como horizontal. ⁽⁷¹⁾

b). Funcionamiento del programa del método digital

Cada imagen digitalizada obtenida se analizó mediante un programa informático desarrollado para tal fin, que nos permitió localizar los puntos deseados para determinar los diámetros mesiodistales de cada diente.

b.1). Calibrado de los modelos digitalizados.- Previo a realizar cualquier medición, pero dentro del programa informático desarrollado, se realizó para cada imagen una calibración para obtener las dimensiones en milímetros y evitando las discrepancias asociadas a las distintas magnificaciones con las que pudieran tomarse las diferentes imágenes al ser digitalizadas tanto en sentido vertical como horizontal. ⁽⁷¹⁾

b.2). Medición del diámetro mesiodistal.- La primera función del programa, es la medición de los tamaños mesiodistales de los dientes sobre cada una de las imágenes obtenidas y ya calibradas, se marcó para cada diente sus puntos de contacto mesial y distal, que se corresponden al máximo tamaño mesiodistal del mismo, obteniéndose automáticamente una línea de unión entre dichos puntos que nos muestra la medida que se ha realizado y el resultado de la misma en milímetros reales ^(6, 60, 70).

b.3). Almacenamiento de datos.- Una vez marcado los puntos de interés sobre cada imagen, los datos de los tamaños mesiodistales dentarios, quedan introducidos en la base de datos del programa ⁽⁵²⁾. A partir de este momento, se pueden realizar una serie de cálculos de manera automática, como es el caso del Índice de Bolton e incluso exportar estos datos a una hoja Excel.

3.4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS

Se realizó el examen clínico dental a cada alumno (a) según los criterios de inclusión y exclusión, seleccionando a los alumnos aptos para la toma de impresión. Los alumnos se cepillaron los dientes previamente a la toma de impresión de diagnóstico, para evitar distorsión en el modelo de estudio. Seguidamente se tomó registro de oclusión con cera Kadex en máxima intercuspidadación, con este registro se seleccionó la cubeta a la medida y se procedió a la toma de impresión; haciendo el vaciado inmediatamente con yeso ortodóntico “ortoguix” (para evitar los cambios dimensionales), previa desinfección y limpieza de restos de saliva y otros de la superficie de la impresión ⁽⁴¹⁾. Posteriormente, el registro de oclusión y los modelos de estudio se guardaron codificados juntamente con su ficha clínica.

Se digitalizaron todos los modelos de estudio con un escáner convencional tipo Epson Perfection 4490 Photo. Las arcadas se digitalizaron junto a un marco de regla que rodea al modelo; previo a realizar cualquier medición dentro del programa se realizó para cada imagen una calibración para obtener las dimensiones en milímetros. ^(28, 71)

Una vez marcado los puntos de interés sobre cada imagen, los datos de los tamaños mesiodistales dentarios, quedan introducidos en la base de datos del programa ⁽⁹⁾. A partir de este momento, se pueden realizar una serie de cálculos de manera automática, como es el caso del Índice de Bolton e incluso exportar estos datos a una hoja Excel.

Se tomó en los modelos de yeso las medidas manuales de los diámetros mesiodistales empleando el método de medición manual para cada pieza dentaria superior e inferior con ayuda de un calibrador digital, con escala de vernier, registrándose en una ficha de registro de mediciones. Las medidas fueron hechas por la mañana, a luz natural, con mucho cuidado para evitar el posible daño de los modelos de estudio. ^(6, 9, 20, 28, 41, 70)

Se realizaron cuatro mediciones de cada pieza por separado desde la primera molar derecha a la primera molar izquierda en el arco superior e inferior ^(6, 41, 71)

3.4.3 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Con los datos obtenidos y registrados en las respectivas matrices, se procedió al análisis estadístico el cual se realizó en forma automatizada empleando programas informáticos estadísticos teniendo como principal software al SPSS Versión 15.0 en español.

Los datos manejados en este estudio fueron cuantitativos de tipo continuo; por lo que se procedió a realizar cuadros descriptivos con valores de tendencia central y dispersión.

Para evaluar si las diferencias son estadísticamente significativas, se aplicó la prueba t de Student para grupos pareados. ⁽⁷²⁾

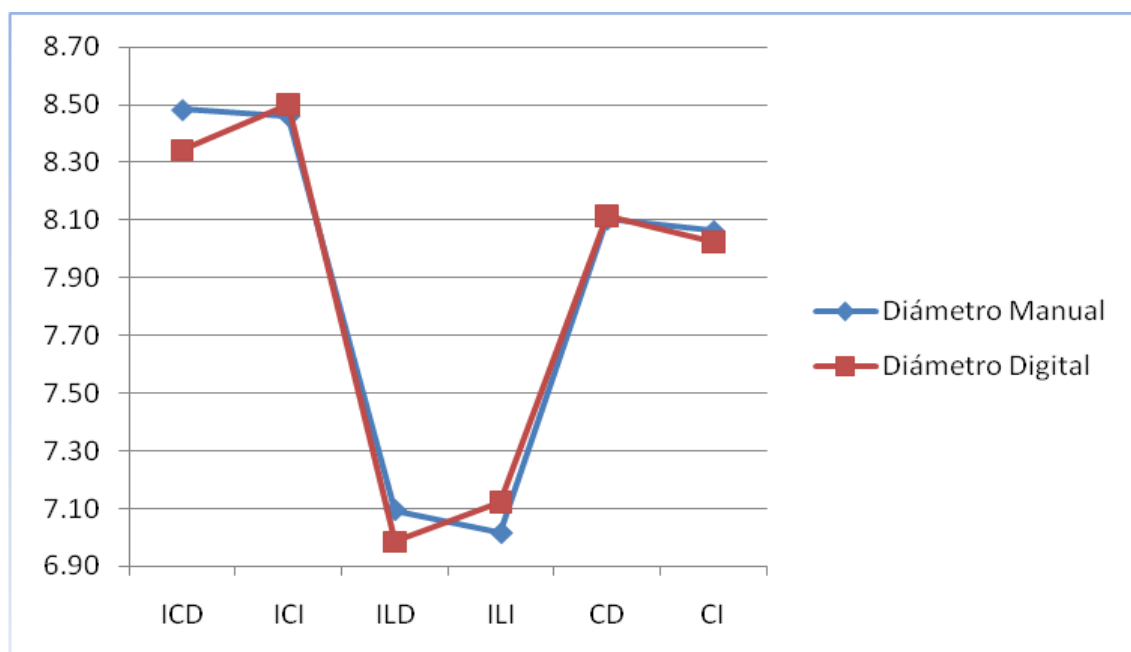
IV. RESULTADOS

Cuadro N°1: Comparación de diámetros mesiodistales de piezas anteriores superiores según el método de medición manual y digital

Comparación de diámetros mesiodistales de piezas anteriores superiores según método de medición manual y digital						
Pieza Dentaria	Diámetro Manual		Diámetro Digital			
	Media	Ds	Media	Ds	T	p
ICSD	8.4830961 5	0.4690584 4	8.3424769 2	0.4790844 8	9.008	0.00 0
ICSI	8.4617692 3	0.4533621 6	8.5004701 9	0.4932573 3	-2.191	0.03 1
ILSD	7.0939326 9	0.4849437 8	6.9852923 1	0.4613675 0	6.814	0.00 0
ILSI	7.0144326 9	0.5073220 5	7.1218326 9	0.5004968 5	-5.414	0.00 0
CSD	8.1036153 8	0.4577741 9	8.1149269 2	0.4415879 8	-0.153	0.87 8
CSI	8.0626826 9	0.4232463 4	8.0247663 5	0.4131653 1	3.047	0.00 3
Prueba t pareada p = 0.000						

ICSD: incisivo central superior derecho; ILSD: incisivo lateral superior derecho; CSD: canino superior derecho; ICSI: incisivo central superior izquierdo; ILSI: incisivo lateral superior izquierdo; CSI: canino superior izquierdo

Gráfico N°1: Comparación de diámetros mesiodistales de piezas anteriores superiores según el método de medición manual y digital



Se compararon las dimensiones mesiodistales de cada pieza dentaria del lado derecho e izquierdo de la arcada superior, obteniendo que las diferencias promedio están entre -0.10740000mm (ILSI) y 0.14061923mm (ICSD).

Tal es el caso que la menor diferencia se presenta para el CSD (-0.01131154 mm).

También se observa que las desviaciones estándar para las medias son homogéneas excepto en los valores extremos, siendo el menor valor para la pieza CSD y el mayor valor para la pieza ILSD en ambos métodos de medición.

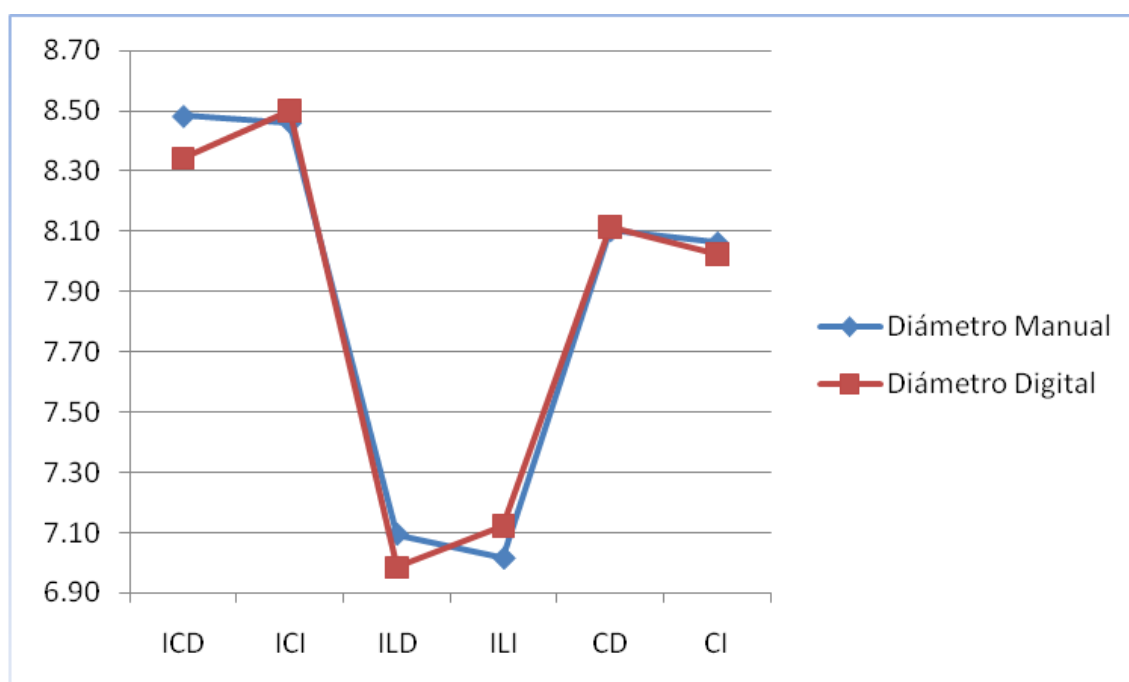
La prueba estadística “t” de Student arrojó que existen diferencias significativas entre las medias manuales y digitales en todas las piezas dentales a excepción del CSD ($p=0.878$). De manera general, también se halló diferencia significativa entre los dos métodos de medición.

Cuadro N°2: Comparación de diámetros mesiodistales de piezas posteriores superiores según el método de medición manual y digital

Comparación de diámetros mesiodistales de piezas posteriores superiores según el método de medición manual y digital						
Pieza Dentaria	Diámetro Manual		Diámetro Digital			
	Media	Ds	Media	Ds	t	p
1°PMSD	7.33200000	0.4212488 1	7.50254808	0.4120337 8	-10.996	0.00 0
1°PMSI	7.34402885	0.3920906 0	7.43143173	0.3947068 9	-4.861	0.00 0
2°PMSD	7.12753846	0.3861383 6	7.22101731	0.3644816 5	-7.000	0.00 0
2°PMSI	7.10845192	0.4164625 4	7.24047885	0.3877086 3	-7.759	0.00 0
1°MSD	10.4106731 0	0.3920906 0	10.3347288 0	0.4888519 6	3.635	0.00 0
1°MSI	10.4267019 0	0.4930988 8	10.4109231 0	0.4941254 3	1.213	0.22 8
Prueba t pareada p = 0.000						

1°PMSD: 1° premolar superior derecho; 2°PMSD: 2° premolar superior derecho; 1°MSD: 1° molar superior derecho; 1°PMSI: 1° premolar superior izquierdo; 2°PMSI: 2° premolar superior izquierdo; 1°MSI: 1° molar superior izquierdo

Gráfico N°2: Comparación de diámetros mesiodistales de piezas posteriores superiores según el método de medición manual y digital



Se compararon las dimensiones mesiodistales de cada pieza dentaria del lado derecho e izquierdo de la arcada superior, obteniendo que las diferencias promedio están entre -0.17054808mm (1ºPMSD) y 0.01577880mm (1ºMSD).

Tal es el caso que la menor diferencia se presenta para los 1ºMSD (0.01577880mm).

También se observa que las desviaciones estándar para las medias son homogéneas excepto en los valores extremos, siendo el menor valor para la pieza 2ºPMSD y el mayor valor para la pieza 1ºMSI en ambos métodos de medición.

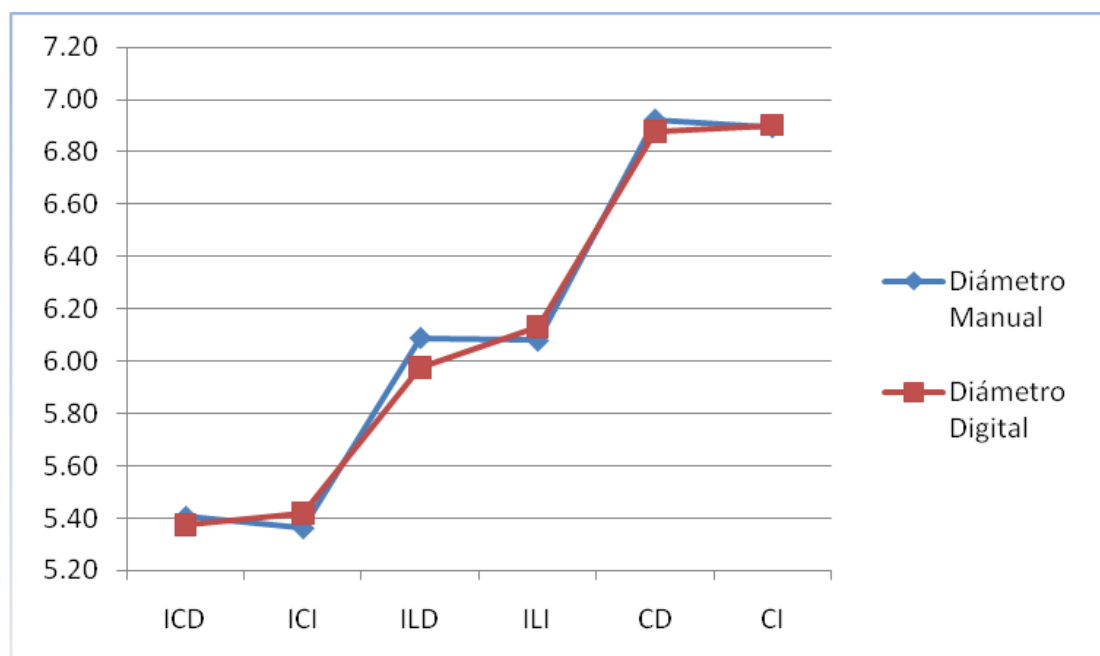
La prueba estadística “t” de Student arrojó que existen diferencias significativas entre las medias manuales y digitales en todas las piezas dentales. De manera general, también se halló diferencia significativa entre los dos métodos de medición.

Cuadro N°3: Comparación de diámetros mesiodistales de piezas anteriores inferiores según el método de medición manual y digital

Comparación de diámetros mesiodistales de piezas anteriores inferiores según el método de medición manual y digital						
Pieza Dentaria	Diámetro Manual		Diámetro Digital			
	Media	Ds	Media	Ds	t	p
ICID	5.4053653 8	0.3773683 8	5.3739701 9	0.3576953 1	2.414	0.01 8
ICII	5.3624615 4	0.3525917 6	5.4197076 9	0.3684262 3	-3.018	0.00 3
ILID	6.0895961 5	0.4117296 8	5.9764115 4	0.4449474 8	-4.309	0.00 0
ILII	6.0793076 9	0.4142450 6	6.1319057 7	0.4133237 2	7.532	0.00 0
CID	6.9241634 6	0.4767882 7	6.8771509 6	0.4398891 4	-1.318	0.19 0
CII	6.8953653 8	0.4794901 2	6.9019048 1	0.4497839 3	3.819	0.00 0
Prueba t pareada p = 0.000						

ICID: incisivo central inferior derecho; ILID: incisivo lateral inferior derecho; CID: canino inferior derecho; ICII: incisivo central inferior izquierdo; ILII: incisivo lateral inferior izquierdo; CII: canino inferior izquierdo

Gráfico N°3: Comparación de diámetros mesiodistales de piezas anteriores inferiores según el método de medición manual y digital



Se compararon las dimensiones mesiodistales de cada pieza dentaria del lado derecho e izquierdo de la arcada inferior, obteniendo que las diferencias promedio están entre -0.05724615mm (ICII) y 0.11318461 mm (ILID).

Tal es el caso que la menor diferencia se presenta para los CII (-0.00653943 mm).

También se observa que las desviaciones estándar para las medias son homogéneas excepto en los valores extremos, siendo el menor valor para la pieza ICII y el mayor valor para la pieza CII en ambos métodos de medición.

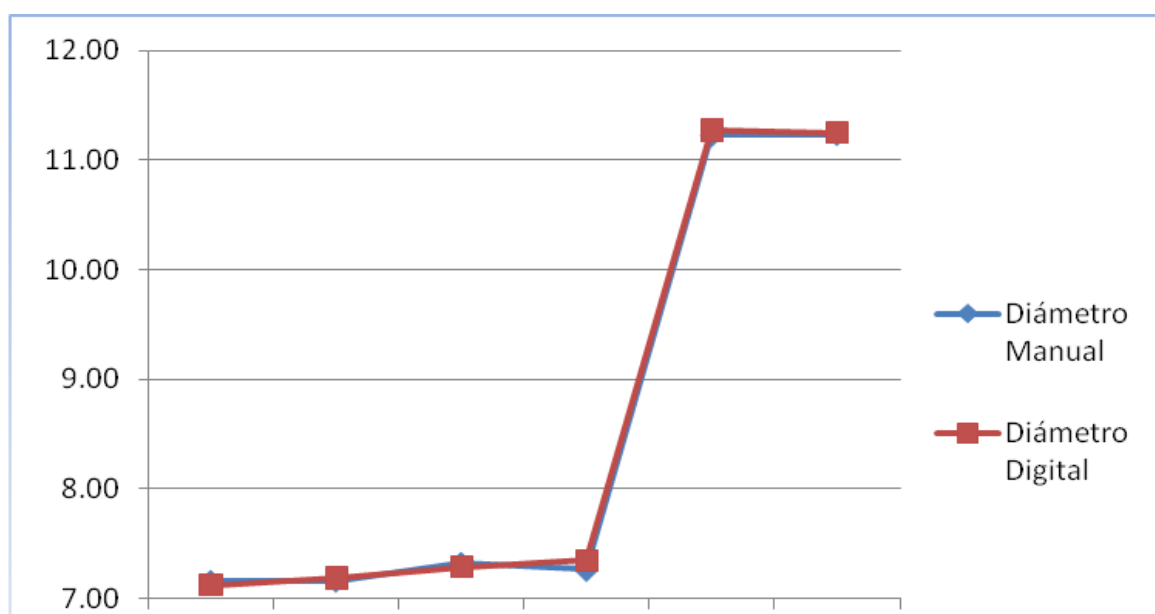
La prueba estadística “t” de Student arrojó que existen diferencias significativas entre las medias manuales y digitales en todas las piezas dentales. De manera general, también se halló diferencia significativa entre los dos métodos de medición.

Cuadro N°4: Comparación de diámetros mesiodistales de piezas posteriores inferiores según el método de medición manual y digital

Comparación de diámetros mesiodistales de piezas posteriores inferiores según método de medición manual y digital						
Pieza Dentaria	Diámetro Manual		Diámetro Digital			
	Media	Ds	Media	Ds	t	p
1°PMID	7.16139423	0.44008983	7.12311154	0.41728947	-1.238	0.218
1°PMII	7.16455769	0.44863850	7.18846058	0.44921343	2.010	0.047
2°PMID	7.32555769	0.45086757	7.28777692	0.45875917	-6.378	0.000
2°PMII	7.26174038	0.45062642	7.34665481	0.46763658	2.706	0.008
1°MID	11.22451920	0.50284540	11.27119230	0.52746720	0.127	0.899
1°MII	11.23663460	0.53176369	11.24993270	0.52040437	-3.007	0.003
Prueba t pareada p = 0.000						

1°PMID: 1° premolar inferior derecho; 2°PMID: 2° premolar inferior derecho; 1°MSD: 1° molar inferior derecho; 1°PMID: 1° premolar inferior izquierdo; 2°PMID: 2° premolar inferior izquierdo; 1°MSD: 1° molar inferior izquierdo

Gráfico N°4: Comparación de diámetros mesiodistales de piezas posteriores inferiores según el método de medición manual y digital



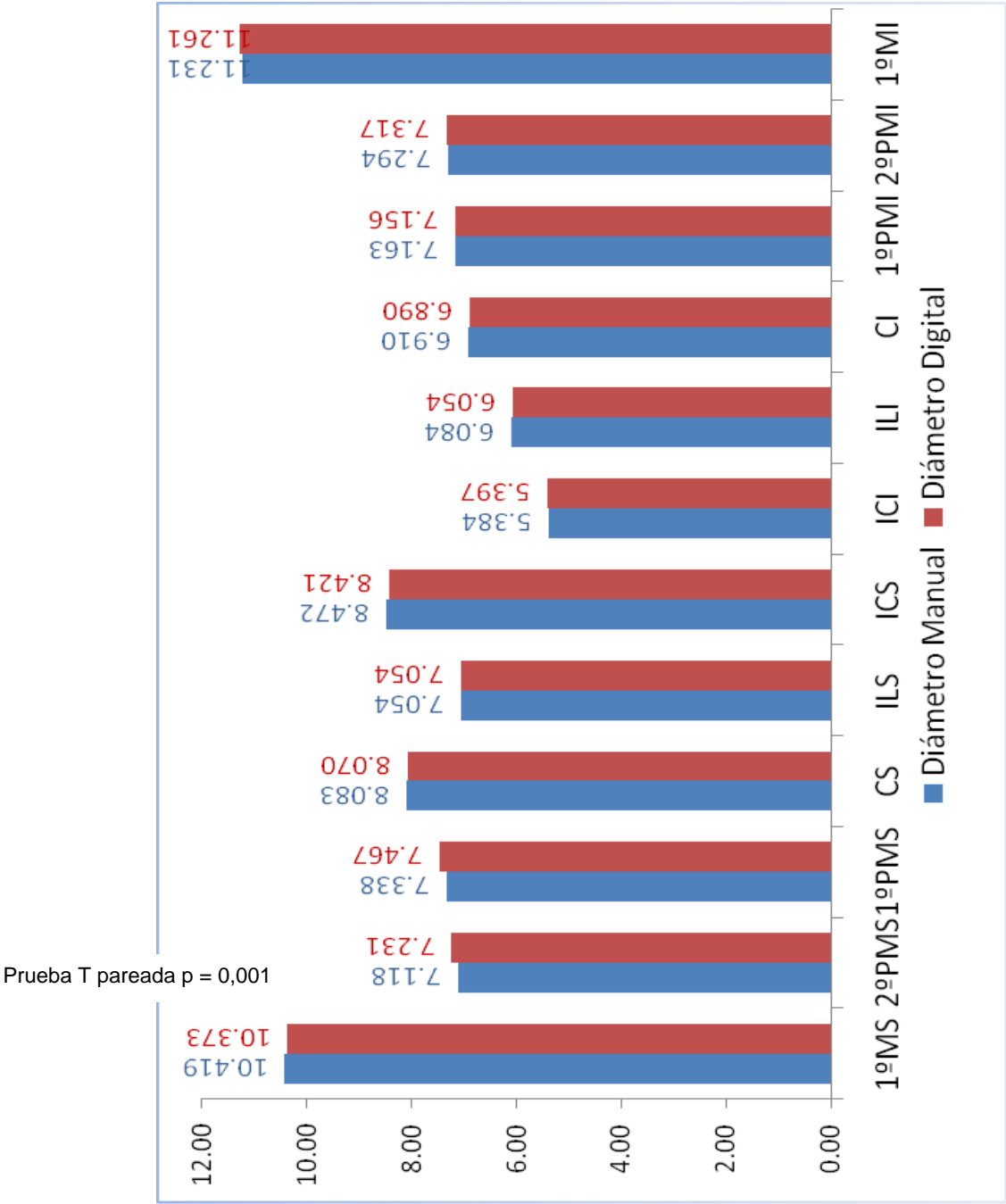
Se compararon las dimensiones mesiodistales de cada pieza dentaria del lado derecho e izquierdo de la arcada inferior, obteniendo que las diferencias promedio están entre -0.8491443mm (2ºPMII) y 0.3828269 mm (1ºPMID).

Tal es el caso que la menor diferencia se presenta para los 1ºMII (-0.01329810 mm).

También se observa que las desviaciones estándar para las medias son homogéneas excepto en los valores extremos, siendo el menor valor para la pieza 1ºPMID y el mayor valor para la pieza 1ºMII en ambos métodos de medición.

La prueba estadística “t” de Student arrojó que existen diferencias significativas entre las medias manuales y digital en todas las piezas dentales a excepción del 1ºMID ($p=0.899$). De manera general, también se halló diferencia significativa entre los dos métodos de medición.

Gráfico N° 05: Comparación de medias de los diámetros mesiodistales según el método de medición manual y digital



Al observar los promedios de los diámetros mesiodistales para cada uno de los tipos de dientes se halla una aparente diferencia mínima entre las mediciones del método manual y digital; sin embargo, se encontró una diferencia significativa.

Cuadro N° 05 Comparación de discrepancia total según el método de medición manual y digital

Comparación de discrepancia total según el método de medición manual y digital			
	Discrepancia Manual	Discrepancia Digital	Diferencia
N°	104	104	104
Media	1.492298	1.66423	-0.1719
Mediana	1.165	1.36	-0.151
Desv. Tip.	1.2048898	1.23276	0.65612
Rango	5.136	5.23	4.02
Mínimo	0.032	0	-1.93
Máximo	5.168	5.23	2.09
Prueba T pareada $p = 0,009$			

Al realizar la comparación de las discrepancias dentarias totales según el método de medición, se observó una variación mínima en los promedios siendo ligeramente mayor los valores de la discrepancia del método digital, de igual manera para con los valores de la desviación estándar.

Al utilizar la prueba estadística para la diferencia de medias “t de student para datos pareados” se halló una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%, entre los métodos de medición manual y digital ($p > 0.05$)

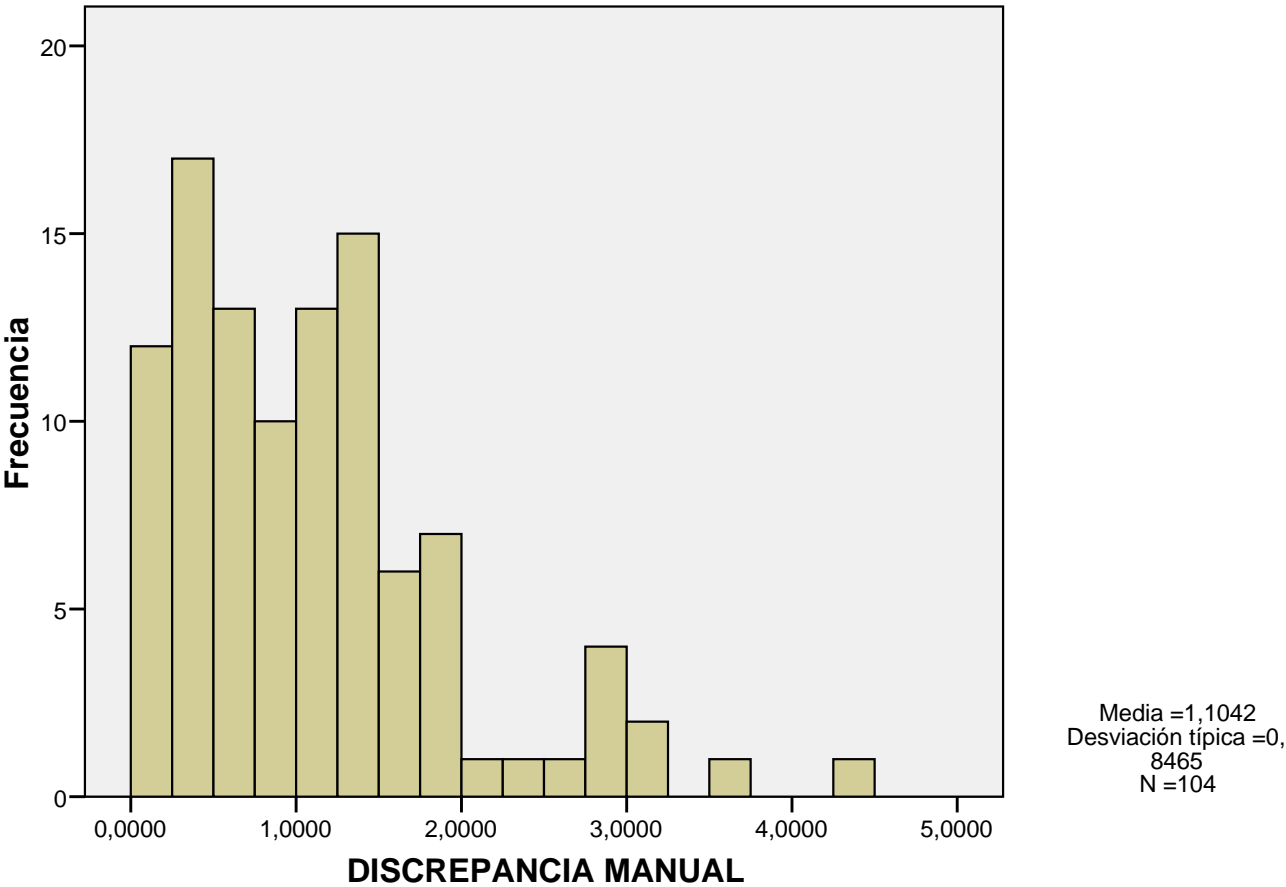
CUADRO N° 06 Comparación de discrepancia anterior según el método de medición manual y digital

Comparación de discrepancia anterior según el método de medición manual y digital			
	Discrepancia Manual	Discrepancia Digital	Diferencia
N°	104	104	104
Media	1.104221	1.0375	0.0667
Mediana	1.005	0.87	0.0185
Desv. Tip.	0.8464834	0.78457	0.48407
Rango	4.17	3.75	3.3
Mínimo	0.11	0.01	-0.98
Máximo	4.28	3.76	2.32
Prueba T pareada $p = 0,136$			

Al realizar la comparación de las discrepancias dentarias anteriores según el método de medición se observó una variación mínima en los promedios siendo ligeramente mayor los valores de la discrepancia del método manual, de igual manera para con los valores de la desviación estándar.

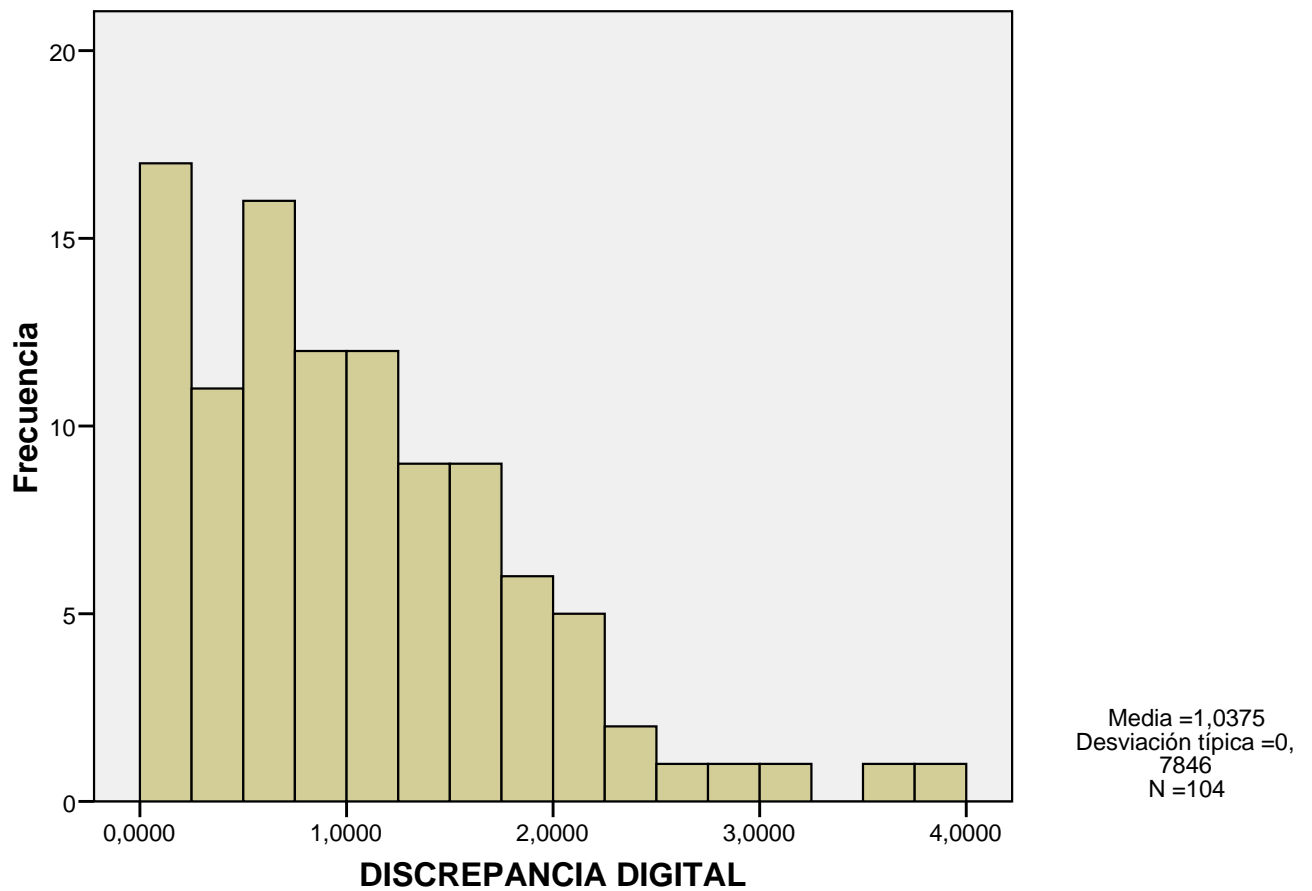
Al utilizar la prueba estadística para la diferencia de medias “t de student para datos pareados” no se encontró una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%, entre los métodos de medición manual y digital ($p>0.05$)

Gráfico N° 06: Discrepancia anterior según el método de medición manual



Al observar la gráfica resalta que los valores para la discrepancia anterior según el método de medición manual se hallan concentrados entre los valores de 0 a 1,5 mm existiendo pocos hallados fuera de ese rango.

Gráfico N° 07: Discrepancia anterior según el método de medición digital



Al observar la gráfica resalta que los valores para la discrepancia anterior según el método de medición digital se hallan concentrados entre los valores de 0 a 1,5 mm existiendo pocos hallados fuera de ese rango.

V. DISCUSIÓN

Se midieron 104 modelos de ortodoncia tomados de 104 alumnos, en cada uno de ellos se midió 24 dientes; la muestra fue seleccionada cumpliendo con los criterios de inclusión y exclusión, los cuales son objeto del presente estudio.

La presente investigación ha tenido como fin comparar un nuevo método de medición digital en dos dimensiones (2D) mediante un software elaborado por el investigador con el método de medición manual (estandar dorado) para la medición de diámetros mesiodistales de piezas dentarias permanentes tomando como base experiencias previas halladas en la literatura (MOK K. ⁽¹⁾, TOMASSETTI JJ. ⁽²⁾, GARINO F. ⁽³⁾, BELL A. ⁽⁴⁾, PAREDES V. ⁽⁶⁾, SANTORO M. ⁽⁷⁾, ZILBERMAN O. ⁽⁸⁾, CIBRIÁN R. ⁽⁹⁾, QUIMBY M. ⁽¹²⁾, FACHOLLI A. ⁽¹⁷⁾, PAREDES V. ⁽²⁰⁾, ASQUITH J. ⁽²²⁾, GRACCO A. ⁽²³⁾).

Los software que hacen referencia los antecedentes fueron elaborados para la mayoría de los casos por los propios investigadores; por ello, no existe homogenización con respecto al programa informático utilizado; sin embargo, todos utilizan en general el mismo procedimiento: digitalización de los modelos de yeso, reconocimiento de los puntos referenciales y medición mediante el programa.

Es en el procedimiento de digitalización donde se pueden hallar las primeras diferencias para cada uno de los estudios previos y el presente. La investigación realizada se basó en la digitalización de modelos de estudio mediante la utilización de un escáner convencional de igual manera como en los antecedentes (MOK K. ⁽¹⁾, BELL A. ⁽⁴⁾, PAREDES V. ⁽⁶⁾, ZILBERMAN O. ⁽⁸⁾, CIBRIÁN R. ⁽⁹⁾, FACHOLLI A. ⁽¹⁷⁾, PAREDES V. ⁽²⁰⁾). Es posible que se puedan obtener mejores resultados con la utilización de equipamiento más sofisticados que produzcan imágenes con mejor resolución o en tres dimensiones (GARINO F. ⁽³⁾, SÁENZ D. ⁽¹⁴⁾, HAYASAKI H. ⁽¹⁵⁾, ASQUITH J. ⁽²²⁾). Para la mayoría de estos antecedentes se obtuvo validez y confiabilidad para el método digital (SÁENZ D. ⁽¹⁴⁾, HAYASAKI H. ⁽¹⁵⁾, ASQUITH J. ⁽²²⁾); sin embargo, en estos estudios ya se empieza a evidenciar que no todos los sistemas digitales son mejores al sistema manual (GARINO F. ⁽³⁾).

En los resultados obtenidos se observó que las diferencias entre los diámetros mesiodistales por el método de medición manual y digital son mínimas; a pesar de ello, son estadísticamente significativas (MOK K. ⁽¹⁾, TOMASSETTI JJ. ⁽²⁾, SANTORO M. ⁽⁷⁾, FACHOLLI A. ⁽¹⁷⁾), a diferencia de otros trabajos de investigación que no reportaron diferencias significativas (BELL A. ⁽⁴⁾, PAREDES V. ⁽⁶⁾, CIBRIÁN R. ⁽⁹⁾, QUIMBY M. ⁽¹²⁾, ASQUITH J. ⁽²²⁾)

En la investigación realizada por ASQUITH J. ⁽²²⁾ se determinó que las diferencias entre las discrepancias de espacio no fueron estadísticamente significativas ni clínicamente relevantes por lo que le atribuye la propiedad de confiable a su método de medición digital. Cabe resaltar que se utilizó una digitalización en tres dimensiones lo cual posiblemente mejoró

considerablemente la resolución, además los puntos de referencia fueron colocados en el modelo de yeso y luego digitalizados, a diferencia de este estudio que colocó los puntos después de obtenido la imagen digital. Así también en el presente estudio se utilizó más de 100 pares de modelos de estudio, en el estudio mencionado se utilizó sólo 10 pares de modelos de estudio.

En la literatura se ha hallado trabajos de investigación ^(19, 20) que buscan determinar la exactitud de un método de medición digital utilizando como instrumento el mismo análisis que en este estudio, el análisis de Bolton, así se tiene a PAREDES V. ⁽¹⁹⁾ que determinó que su método de medición digital es igual de sensible y exacto que un método de medición manual, además que demostró ser más rápido de desarrollar. A pesar de ello, ese estudio solo fue realizado con 20 pares modelos de yeso a diferencia del presente trabajo con más de 100 pares de modelos de estudio.

En otros estudios, también se pueden encontrar antecedentes que utilizando el análisis de Bolton para la comparación de dos métodos de medición hallando diferencias estadísticamente significativa en las distancias mesiodistales obtenidas por ambos métodos de medición. Así se tiene a FACHOLLI A. ⁽¹⁷⁾ que al realizar la misma prueba estadística que en este estudio halló estas diferencias; sin embargo, no descarta el uso de su método de medición digital, ya que clínicamente puede no ser relevante.

Con esa misma tendencia la investigación realizada por LOPES BLOS J. ⁽¹⁶⁾ determinó que existe diferencias significativas entre las discrepancias halladas

por falta de espacio obtenidas por el método de medición manual y un método de medición digital, lo atribuye a una posible deformación de medidas de los dientes en la digitalización; por lo que, su resultado final se ve alterado no encontrando necesidad de espacio.

Finalmente, la investigación de SANTORO M.⁽⁷⁾ también encontró diferencias significativas entre las mediciones de los diámetros mesiodistales para ambos métodos de medición, cabe resaltar que lo realizó con un número elevado de modelos de estudio (un total de 76) además halló estas diferencias en el ancho de los dientes y en el over bite mas no en el over jet; sin embargo, por la magnitud de las diferencias concluye que no necesariamente éstas deban ser clínicamente relevantes.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ Las diferencias entre los promedios de los diámetros mesiodistales de las piezas dentales obtenidas por el método medición digital y el método de medición manual son significativamente diferentes.

- ✓ La discrepancia obtenida del análisis de Bolton anterior por el método de medición digital es similar a la obtenida por el método de medición manual.

- ✓ La discrepancia obtenida del análisis de Bolton total por el método de medición digital es significativamente diferente al obtenido por el método de medición manual.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar trabajos de investigación en busca de la validación del método de medición digital de dos dimensiones.
- ✓ Realizar estudios en los cuales se considere otros parámetros con ancho intercanino o intermolar.
- ✓ Mejorar los estudios con equipos de digitalización más sofisticados consiguiendo mejor resolución.

XI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. MOK K, COOKE M. "Space analysis: a comparison between sonic digitization (DigiGraph™ Workstation) and the digital calliper". *European Journal of Orthodontics* 20 (1998) 653–661.
2. TOMASSETTI JJ, TALOUMIS LJ, DENNY JM, FISCHER JR. "A comparison of 3 Computerized Bolton tooth-size analyses with a commonly used method". *Angle Orthod* 2001; 71:351-57.
3. GARINO F, GARINO B. "Comparison of Dental Arch Measurements Between Stone and Digital Casts". *W J O* 2002; Vol 3: Nº 3: 250 – 254.
4. BELL A, AYOUB A. "Assessment of the accuracy of a threedimensional imaging system for archiving dental study models" *Journal of Orthodontics*, Vol. 30, 2003, 219–223.
5. CARREIRO L. S. "A discrepância de tamanho dentário, de bolton, na oclusão normal e nos diferentes tipos de más oclusões, de angle, bem como sua relação com a forma de arco e o posicionamento dentário". Thesis. Araraquara, Brazil: Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista; 2003.
6. PAREDES V, GANDIA J L, CIBRIAN R. "Método de medición del índice de Bolton mediante digitalización de la arcada dentaria" *Ortod Esp* 2003; 43(2):75-84.
7. SANTORO M. "Comparison of measurements made on digital and plaster models". *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 124:101-5.
8. ZILBERMAN O, HUGGARE V. "Evaluation of the Validity of Tooth Size and Arch Width Measurements Using Conventional and Three-dimensional Virtual Orthodontic Models". *Angle Orthod* 2003; 73:301–306.
9. CIBRIÁN R, BUENDÍA M., SALVADOR R. "Obtención de medidas de interés odontológico mediante digitalización de arcadas dentarias". *Information & Communication Technologies in Healthcare Development 3rd virtual congress in internet: March 1ST to 30th, 2004.*
10. Martins R. P., Análise tridimensional da oclusão normal na população branca brasileira Tridimensional study of normal occlusion in white Brazilians thesis.

- Araraquara, Brazil: Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista; 2004.
11. PARSEKIAN M R. "Análise tridimensional da oclusão normal na população brance brasileira" Thesis. Araraquara, Brazil: Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista; 2004.
 12. QUIMBY M, VIG K. "The accuracy and reliability of measurements made on computer – based digital models". *Angle Orthod* 2004; 74:298-303.
 13. RUIZ BRAVO I. "Análisis de Ancho Mesiodistal Coronario y Discrepancias Dento Dentarias en Pacientes Ortodóncicos de la Ciudad de Talca". Tesis para optar el Titulo de Cirujano Dentista, presentada a la Universidad de Talca – Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela de Odontología. Talca - Chile 2004.
 14. Sáenz D. I. "Comparación entre las medidas tomadas en modelos electrónicos tridimensionales y modelos de yeso para el diagnóstico en ortodoncia". *Publicación Científica, Facultad de Odontología • UCR • N°6:103-109 • 2004*
 15. HAYASAKI H, PARSEKIAN R M, GANDINI L G. "A new way of analyzing occlusion 3 dimensionally " *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:128-32
 16. LOPES BLOS J M, ARDENGHI V I. "Avaliação da confiabilidade da discrepância de modelos realizada pelo método computadorizado em relação ao método convencional". *Stomatos Canoas* v. 11 n.20 jan./jun. 2005 p.13-19
 17. FACHOLLI A F L, NASCIMENTO J E, SATO F R. L. "Apresentação de um programa de computador para calcular a discrepância de tamanho dentário de Bolton". *R Dental Press Ortodon Ortop Facial Maringá*, v. 11, n. 2, p. 55-62, mar./abril 2006.
 18. LUNDNER A S. "Comparison of comprehensive cast analysis plaster and digital study models". Thesis submitted to the Faculty of the Graduate School of State University of New York in partial fulfillment of the requirement for the degree of Master of Science in Orthodontics. New York 2006.
 19. PAREDES V, GANDIA J L, CIBRIAN R. "A New, Accurate and Fast Digital Method to Predict Unerupted Tooth Size". *Angle Orthod* 2006; 76: 14–19.
 20. PAREDES V, GANDIA J L, CIBRIAN R. "Determination of Bolton tooth-size ratios by digitization, and comparison with the traditional method". *Eur J orthod* 28:2006.120–125.
 21. SINGH S.P., GOYAL A. "Mesiodistal crown dimensions of the permanent dentition in North Indian children". *Journal of Indian Society Pedodontics and Preventive Dentistry* 2006, Vol. 24, N 4, Pág. 192 - 196
 22. ASQUITH J, GILLGRASS T. "Three-dimensional imaging of orthodontic models: a pilot study" *European Journal of Orthodontics* 29 (2007) 517–522

23. Gracco A, Buranello M, Cozzani M, Siciliani G. Digital and plaster models: a comparison of measurements and times. *Prog Orthod* 2007;8(2):252-9.
24. MOYERS RE. "Manual de Ortodoncia para el estudiante y el odontólogo general". Editorial Mundi. Argentina 1976.
25. GREGORET J. "Ortodoncia y Cirugía Ortognática Diagnóstico y Planificación". Publicaciones Médicas, 1ª Edición. Barcelona 1997.
26. GARINO F, GARINO G.B. "From digital models to digital occlusal set-up: an enhanced diagnostic tool". *W J O* 2003; Vol. 4 N° 2: 162 – 166
27. OLIVEIRA D D, RUELLAS A C. "Confiabilidade do uso de modelos digitais tridimensionais como exame auxiliar ao diagnóstico ortodôntico: um estudo piloto" *R Dental Press Ortodon Ortop Facial* Maringá, jan./fev. 2007, v. 12, n. 1, p. 84-93 .
28. CORRÊA T, BAKKAR A, WINCK M. "Comparação de medidas de diâmetros dentários em modelos obtidas por três diferentes métodos". *Stomatos Canoas* jan./jun. 2008 , v.14, n.26, jan./jun. 20.
29. VELLINI F. F. "Ortodoncia, Diagnostico y Planificación Clínica". Editorial Artes Medicas Latinoamericana. 2ª Edición, Brasil 2004.
30. CANUT B. J. "Ortodoncia Clínica". Salvat Ediciones S.A. 1ª Edición. Barcelona 1991.
31. WINCK M, CESA D, "Comparação entre Cefalometria Manual e Computadorizada". *Stomatos Canoas* v. 9 n.16 jan./jun. 2003 p.15-20
32. ESPINOZA N. "Equipos de alta tecnología en imagen digital y su aplicación en la odontología" *Act Odonto Venez* 2005 AGO VOL 43 N° 2.
33. QUIRÓS O, QUIRÓS J. "Radiología digital Ventajas, desventajas, implicaciones éticas. Revisión de la literatura." *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria* "Edición electrónica Agosto 2005". Obtenible en: <http://www.ortodoncia.ws>
34. CORDOVÉS DP, MARESCA QM. "Cámaras digitales. Fotografía digital aplicada en ortodoncia". *Ortod Esp* 1998;38:59-61.
35. PAREDES V, GANDIA J, CIBRIAN R. "Valoración de los métodos de predicción de tamaños dentarios en dentición mixta.Revisión bibliográfica". *Ortod Esp* 2005; 45(1):2-8.
36. WOODALL I, DAFOE B. "Tratado de Higiene dental - Tomo I". Editorial Salvat Editores, S.A. Barcelona – España 1992.
37. HABIB F, FLEISCHMANN L A, GAMA S K C. "Obtenção de modelos ortodônticos". *R Dental Press Ortodon Ortop Facial* Maringá, v. 12, n. 3, p. 146-156, maio/jun. 2007.

38. MERCADO TORRES J C. "Nueva ecuación regresional para la predicción del diámetro mesiodistal de los caninos y premolares no erupcionados". Tesis para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima – Perú 2005.
39. PINEDA M M. "Estudio de los diámetros mesiodistales de las coronas de la dentición permanente en una población escolar de Lima Metropolitana". Tesis para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima – Perú 1974.
40. CARHUAMACA LEÓN, G J. "Estudio comparativo del tamaño mesiodistal entre dientes homólogos en dentición permanente". Tesis para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima–Perú 2007.
41. WOELFEL J, SCHEID R. "Dental Anatomy". Editorial Williams y Wilkins. USA 1997.
42. PÉREZ, F. M. A.; FIERRO, M. C.; BARBOZA, P.; BRAVO, R. L. & TORRES, C. F. Anchos mesiodistales en dentición temporal pura en niños y niñas de la ciudad de Concepción, Chile. Int. J. Odontostomat., 1(2):191-195, 2007.
43. ASH MAJOR M. "Anatomía, fisiología y oclusión dental de Wheeler". 7ed. México DF: Nueva editorial Interamericana 1994, p.148-150,169-233,239-260.
44. BISHARA S, FERNANDEZ A, JAKOBSEN J. "Mesiodistal crown dimensions in México and The United States". The Angle Orthodontist 1986, Vol. 56, N 4, Pág. 315 - 323.
45. FIGÚN M, GARINO R. "Anatomía odontológica funcional y aplicada". Editorial "El Ateneo". Buenos Aires – Argentina. 2º Edición 1999
46. HERNANDEZ C R. "Atlas y Cuaderno Práctico De Anatomía Dental". Editorial Pueblo y Educación. La Habana – Cuba 1987.
47. KRAUS B, JORDAN R. "Anatomía dental y oclusión: un estudio del sistema masticatorio". 3ed. México: Nueva Editorial Interamericana: 1972. p. 5-36, 40-65.
48. PAULINO V S, PAREDES V, GANDÍA JL. "Evolución de las características de las arcadas dentarias en dos grupos de edad". RCOE 2005;10(1):47-54.
49. YAMAGUTO, O. T.; VASCONCELOS, M. H. "Determinação das medidas dentárias mesiodistais em indivíduos brasileiros leucodermas com oclusão normal". R Dental Press Ortodon Ortop Facial Maringá, v. 10, n. 5, p. 99-107, set./out. 2005
50. AYALA G K. "Validación del método Tanaka-Johnston para predecir el tamaño

- mesiodistal de caninos y premolares no erupcionados en pacientes de 11 a 17 años de edad que acuden al Instituto Especializado de Salud del Niño”. Tesis UNMSM 2005.
51. STALEY RN, HOAG, MARTIN JF. “Predicción de los anchos de los caninos y premolares en la dentición mixta”. Revista: American Journal Of Orthodontics 1978, Vol. 73, Pág.169 - 177.
 52. STALEY RN, O’GORMAN TW, HOAG JF. “Prediction of the widths of unerupted canines and premolars”. Revista: Journal American Dental Association 1984 Feb, Vol. 108, N 2, Pág.185 - 190.
 53. CAREIRO L S, SANTOS-PINTO A. “A discrepância de tamanho dentário, de Bolton, na oclusão normal e nos diferentes tipos de más oclusões, bem como sua relação com a forma de arco e o posicionamento dentário”. R Dental Press Ortodon Ortop Facial Maringá, v. 10, n. 3, p. 97-117, maio/jun. 2005.
 54. STVENS R. D., FLORES-MIR C., “Validity, reliability, and reproducibility of plaster vs digital study models: comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements”. American Journal Of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 2006; 129: 794-803.
 55. BOLTON, WA. “Disharmony in tooth size and its relation to the analysis and treatment of malocclusion”. The Angle Orthodontist. 1958; 28:113-130
 56. LABAJO G, PEREA P, SÁNCHEZ S. “Evaluación del método de fotocopias de modelos para el estudio antropométrico de la arcada dental”. Ortodoncia Española: Revista de clínica e investigación en ortodoncia 2004, Vol. 44, N 4 Pág. 279 – 283.
 57. CHAMPAGNE M. “Reliability of measurements from photocopies of study models”. J Clin Orthod; 26: 648-650. (1992).
 58. MILLÁN G S. “Procedimientos de Mecanizado”. Editorial Paraninfo. Madrid 2006.
 59. GRABER T. M. “Principios Generales y Técnicas”. Editorial Medica Panamericana S.A. 3ª Edición, Argentina 2003.
 60. PAREDES V, GANDIA J L, CIBRIÁN R. “Digital diagnosis records in orthodontics. An overview”. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2006; 11:E88-93.
 61. MEIRELES DUARTE H E. “Avaliação da compressão da imagem digital da telerradiografia lateral na reprodutibilidade da marcação de pontos cefalométricos”. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade Metodista de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE pelo programa de pós-graduação em

- Odontologia, Área de concentração em Ortodontia. São Bernardo do Campo – 2008.
62. Viek R. “Avaliação por meio de modelos virtuais tridimensionais das distâncias intercaninos e intermolares inferiores em três momentos” Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade Metodista de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Odontologia – área de concentração em Ortodontia São Bernardo do Campo 2008.
63. Leifert M. F., Leifert M. M. “Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts” *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:16.e1-16.e4)
64. Watanabe-Kanno GA, Abrão J, “Reproducibility, reliability and validity of measurements obtained from Ceph3 digital models”. *Braz Oral Res* 2009;23(3):288-95
65. REDMOND WR. “Digital models: a new diagnostic tool”. *Revista: Journal Clinical Orthodontics* 2001, Vol. 6, Pág. 386 - 387.
66. REDMOND W R, REDMOND W J. “Clinical implications of digital orthodontics”. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002, Vol.117, Pág. 240 -241.
67. DARON R S. “Clinical use of virtual study models versus traditional plaster study models for orthodontic treatment diagnosis”. Thesis submitted to the Faculty of the Graduate Studies and Research in partial fulfillment of the requirement for the degree of Master of Science in Orthodontics. Edmonton, Alberta 2004
68. PAREDES V, GANDIA J L, CIBRIAN R. “New, fast, and accurate procedure to calibrate a 2-dimensional digital measurement method”. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005; 127:518-9.
69. MOORREES CF, REED RB. “Correlations among crown diameters of human teeth”. *Archives of Oral Biology* 1964, Vol. 9, Pág. 685 - 697.
70. BROOK A.H. PITTS N.B. “An Image Analysis System for the Determination of Tooth Dimensions from Study Casts: Comparison with Manual Measurements of Mesio-distal Diameter”. *J Dent Res* 65(3):428-431, March, 1986
71. CIBRIÁN R, BUENDÍA M, SALVADOR R, PAREDES V., GANDÍA JL. “Desarrollo de una interfase de usuario para la obtención automática de datos de interés odontológico, a partir de la digitalización de arcadas dentarias”. Congreso Nacional de Física Médica Pamplona 2005 <http://www.sefm.es/sefmcongreso/XVFM/ponencias/DOCUMENTOS/Completo s/1-044-P.pdf>.

72. DE CANALES F. H. "Metodología de la Investigación. Manual para el desarrollo del personal de Salud. México DF. 1992. LIMUSA.

ANEXO Nº 1

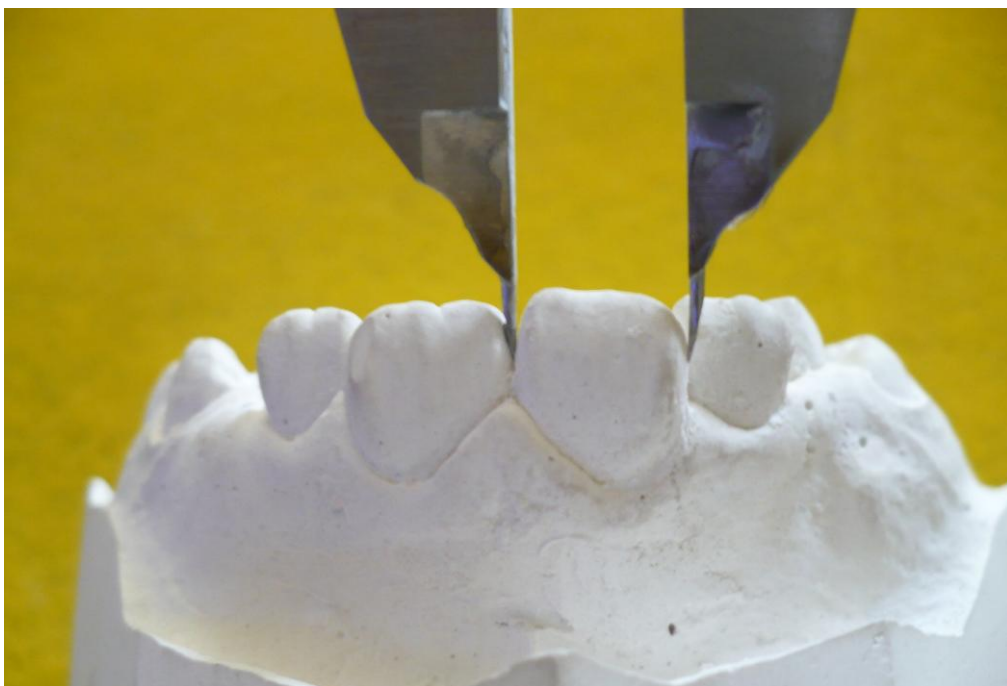
TÉCNICA DE MEDICIÓN PARA LOS DIÁMETROS DENTARIOS MESIODISTALES

(Según Moorrees y Reed)⁶⁹

La técnica de medición adecuada de los anchos dentarios mesiodistales variará de acuerdo al segmento dentario (anterior o posterior) en el que nos encontremos, así:

I.- Medición de las piezas dentarias ubicadas en el segmento anterior (canino a canino) superior e inferior:

Las medidas se realizarán con el abordaje oclusal del modelo de estudio, colocando las puntas del calibrador corredizo paralelo al eje axial de la pieza dentaria a medir y con el mango del instrumento paralelo al borde incisal de la misma.



**II.- Medición de las piezas dentarias ubicadas en el segmento posterior
(de primera premolar a primera premolar del lado derecho a izquierdo)
superior e inferior:**

Las medidas se realizarán con el abordaje lateral (siempre desde vestibular) del modelo de estudio, colocando las puntas del calibrador corredizo formando un ángulo recto (90°) con el eje axial de la pieza dentaria a medir y con el mango del instrumento paralelo a la cara oclusal de la misma.



ANEXO Nº 2

CÁLCULO DE LAS PROPORCIONES DE TAMAÑO DENTARIO

Según Bolton ⁽⁵⁵⁾

Las proporciones del tamaño dentario serán calculadas de acuerdo con las fórmulas (una para el sector anterior y otra para la totalidad de la boca) propuestas por Bolton en 1958:

Proporción del tamaño dentario anterior: los anchos mesiodistales de los seis dientes anteriores mandibulares (de canino a canino) fueron sumados y comparados con la suma derivada del mismo procedimiento llevado a cabo en los seis dientes anteriores maxilares. La proporción derivada entre los dos y multiplicada por 100% fue la relación porcentual de la longitud anterior del arco mandibular y maxilar.

$$\frac{\text{Suma Mandibular "3 - 3"} \times 100\%}{\text{Suma Maxilar "3 - 3"}} = \text{Prop Anterior}$$

Proporción del tamaño dentario total: Los anchos mesiodistales de los doce dientes mandibulares (de 1ª Molar a 1ª Molar) fueron sumados y comparados con la suma derivada del mismo procedimiento llevado a cabo con los doce dientes maxilares. La proporción derivada entre los dos y multiplicada por 100% fue la relación porcentual de la longitud del arco mandibular y maxilar.

$$\frac{\text{Suma Mandibular "6 - 6"} \times 100\%}{\text{Suma Maxilar "6 - 6"}} = \text{Prop Total}$$

Suma Maxilar “6 – 6”

ANEXO Nº 3

Ficha de recolección de datos 1: diámetros mesiodistales promedio de la dentición permanente

	MAXILAR									
PIEZAS DENTARIAS	SUPERIOR					INFERIOR				
	1º Med	2º Med	3º Med	4º Med	Promedio	1º Med	2º Med	3º Med	4º Med	Promedio
Primera molar derecha										
Segunda premolar derecha										
Primera premolar derecha										
Canino derecha										
Incisivo lateral derecha										
Incisivo central derecha										
Incisivo central Izquierdo										
Incisivo lateral Izquierdo										
Canino Izquierdo										
Primera premolar Izquierdo										
Segunda premolar Izquierdo										
Primera molar Izquierdo										
$\Sigma 12$										
$\Sigma 6$										
Proporcionalidad de los 12										
Proporcionalidad de los 6										

ANEXO Nº 4

Ficha de recolección de datos 2

Ficha de recolección de datos para el análisis de Bolton Nº		ARCADA			
		Superior	Inferior		
		$\Sigma 12$	$\Sigma 6$		
Proporción del tamaño dentario total					
$\frac{\Sigma I. 12}{\Sigma S. 12} \times 100 =$		%	<i>Promedio: 91.3 = 0.26</i> <i>S. D.: (0) 1.91 87.5 a 94.8</i>		
<i>>91.3%</i> $\Sigma S. 12: pac. \text{ corresp } \Sigma I. 12: Ideal$ $\frac{\Sigma I. 12: pac}{\Sigma I. 12: Ideal} = \dots\dots\dots$ <i>Exceso Inf</i>		<i><91.3%</i> $\Sigma I. 12: pac. \text{ corresp } \Sigma S. 12: Ideal$ $\frac{\Sigma S. 12: pac}{\Sigma S. 12: Ideal} = \dots\dots\dots$ <i>Exceso Sup</i>			
Max. 12	Mand. 12	Max. 12	Mand. 12	Max. 12	Mand. 12
85	77.6	94	85.8	103	94.0
86	78.5	95	86.7	104	95.0
87	79.4	96	87.6	105	95.9
88	80.3	97	88.6	106	96.8
89	81.3	98	89.5	107	97.8
90	82.1	99	90.4	108	98.6
91	83.1	100	91.3	109	99.5
92	84.0	101	92.2	110	100.4
93	84.9	102	93.1		
Proporción del tamaño dentario anterior					
$\frac{\Sigma I. 6}{\Sigma S. 6} \times 100 =$		%	<i>Promedio: 77.2 = 0.22</i> <i>S. D.: (0) 1.65 74.5 a 80.4</i>		
<i>>77.2%</i> $\Sigma S. 6: pac. \text{ corresp } \Sigma I. 6: Ideal$ $\frac{\Sigma I. 6: pac}{\Sigma I. 6: Ideal} = \dots\dots\dots$ <i>Exceso Inf</i>		<i><77.2%</i> $\Sigma I. 6: pac. \text{ corresp } \Sigma S. 6: Ideal$ $\frac{\Sigma S. 6: pac}{\Sigma S. 6: Ideal} = \dots\dots\dots$ <i>Exceso Sup</i>			
Max. 6	Mand. 6	Max. 6	Mand. 6	Max. 6	Mand. 6
40.0	30.9	45.5	35.1	50.5	39.0
40.5	31.3	46.0	35.5	51.0	39.4
41.0	31.7	46.5	35.9	51.5	39.8
41.5	32.0	47.0	36.3	52.0	40.1
42.0	32.4	47.5	36.7	52.5	40.5
42.5	32.8	48.0	37.1	53.0	40.9
43.0	33.2	48.5	37.4	53.5	41.3
43.5	33.6	49.0	37.8	54.0	41.7
44.0	34.0	49.5	38.2	54.5	42.1
44.5	34.4	50.0	38.6	55.0	42.5
45.0	34.7				

ANEXO Nº 4 DESARROLLADO

Ficha de recolección de datos 2

Realizamos las
sumatorias de
los diámetros
mesiodistales

Ficha de recolección de datos para el análisis de Bolton Nº	ARCADA	
	Superior	Inferior
	Σ12	Σ6
	104.00	53.50
	95.50	40.50

Proporción del tamaño dentario total

$$\frac{\Sigma I. 12}{\Sigma S. 12} \times 100 = \frac{95.50}{104.00} \times 100 = 91.82 \%$$

91.82 %

Es mayor a

Promedio: 91.3 = 0.26
S. D.: (0) 1.91

87.5 a 94.8

La discrepancia se encuentra en el arco inferior

La arcada superior es la correcta

>91.3%

A la ΣSup correcta le corresponde una ΣInf IDEAL SEGÚN LA TABLA

ΣS.12: pac. 104 corresp 95.00 ΣI.12: Ideal

95.50.

ΣI.12: pac

- 95.00

ΣI.12: Ideal

= 0.5 mm

Exceso Inf

Obtenemos la discrepancia que en este caso es
 NO SIGNIFICATIVO por ser menor < SD 1.91

<91.3%

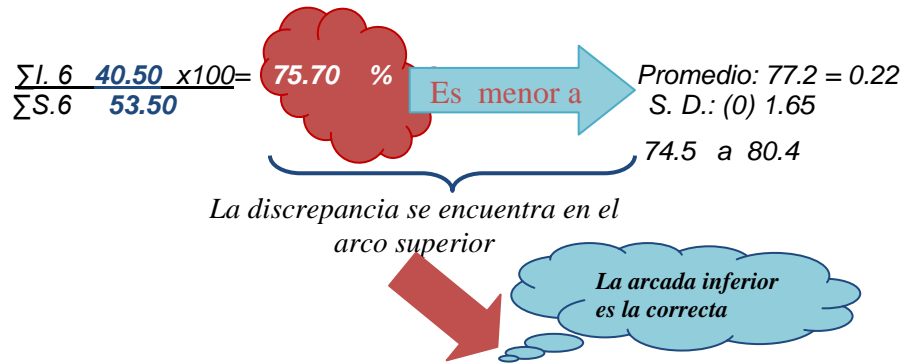
ΣI12: pac. corresp ΣS12: Ideal

=

ΣS12: pac ΣS12: Ideal Exceso Sup

Max. 12	Mand. 12	Max. 12	Mand. 12	Max. 12	Mand. 12
85	77.6	94	85.8	103	94.0
86	78.5	95	86.7	104	95.0
87	79.4	96	87.6	105	95.9
88	80.3	97	88.6	106	96.8
89	81.3	98	89.5	107	97.8
90	82.1	99	90.4	108	98.6
91	83.1	100	91.3	109	99.5
92	84.0	101	92.2	110	100.4
93	84.9	102	93.1		

Proporción del tamaño dentario anterior



>77.2%

$\sum S.6$: pac.corresp $\sum I.6$: Ideal

..... - =
 $\sum I.6$: pac $\sum I.6$: Ideal Exceso Inf

>77.2%

A la $\sum Inf$ correcta le corresponde una $\sum Sup$ IDEAL SEGÚN LA TABLA

$\sum I.6$: pac. 40.50 corresp 52.50 $\sum S.6$: Ideal

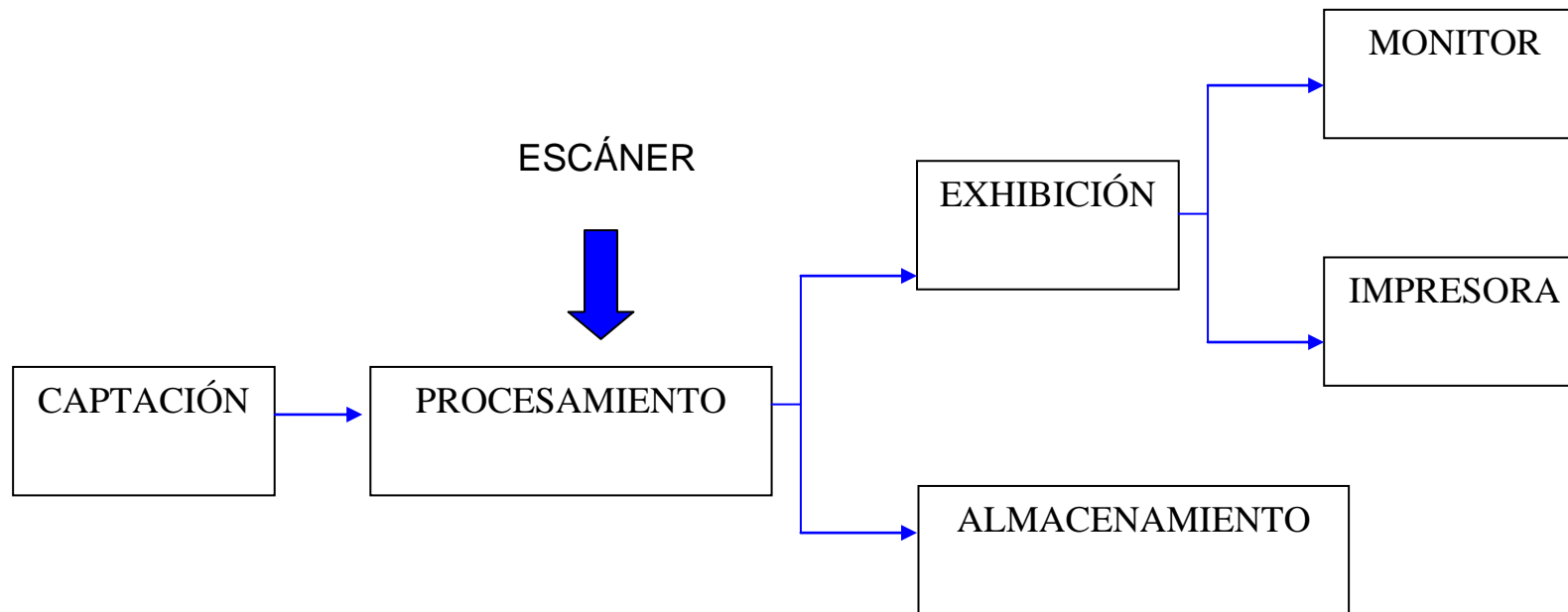
53.50. - 52.50 = 1 mm
 $\sum S.6$: pac $\sum S.6$: Ideal Exceso Sup

Obtenemos la discrepancia que en este caso es NO SIGNIFICATIVO por ser menor < SD 1.65

Max. 6	Mand. 6	Max. 6	Mand. 6	Max. 6	Mand. 6
40.0	30.9	45.5	35.1	50.5	39.0
40.5	31.3	46.0	35.5	51.0	39.4
41.0	31.7	46.5	35.9	51.5	39.8
41.5	32.0	47.0	36.3	52.0	40.1
42.0	32.4	47.5	36.7	52.5	40.5
42.5	32.8	48.0	37.1	53.0	40.9
43.0	33.2	48.5	37.4	53.5	41.3
43.5	33.6	49.0	37.8	54.0	41.7
44.0	34.0	49.5	38.2	54.5	42.1
44.5	34.4	50.0	38.6	55.0	42.5
45.0	34.7				

ANEXO Nº 5

ESQUEMA: MOSTRANDO LAS ETAPAS QUE CORRESPONDEN A LA CAPTACIÓN Y USO DE IMÁGENES DIGITALES ⁽²⁹⁾:



ANEXO Nº 6

Aplicación del programa sobre los modelos digitalizados en dos dimensiones

Cerrar

Arrastrar

Grilla

Exportar

$$\frac{\sum Inf}{\sum Sup} \times 100\%$$

Superior

Distancia intermolar

Distancia intercanina

Profundidad arco

Perimetro arco

Inferior

Distancia intermolar

Distancia intercanina

Profundidad arco

Perimetro arco

Ver/Ocultar Datos

[Ver Posición](#)
[Ver Calibración](#)
[Ver Analisis de Bolton](#)

Medicion (en mm)

 Superior
 11= 9.4767 21=
 9.5453
 12= 7.5552 22=
 7.5281
 13= 8.5202 23=

 14= 8.0424 24=

 15= 7.7730 25=

 16= 11.387 26=

ANEXO Nº 7

Selección de los alumnos según los criterios de inclusión y exclusión.



ANEXO Nº 8

Toma de modelos de estudio de los alumnos seleccionados.



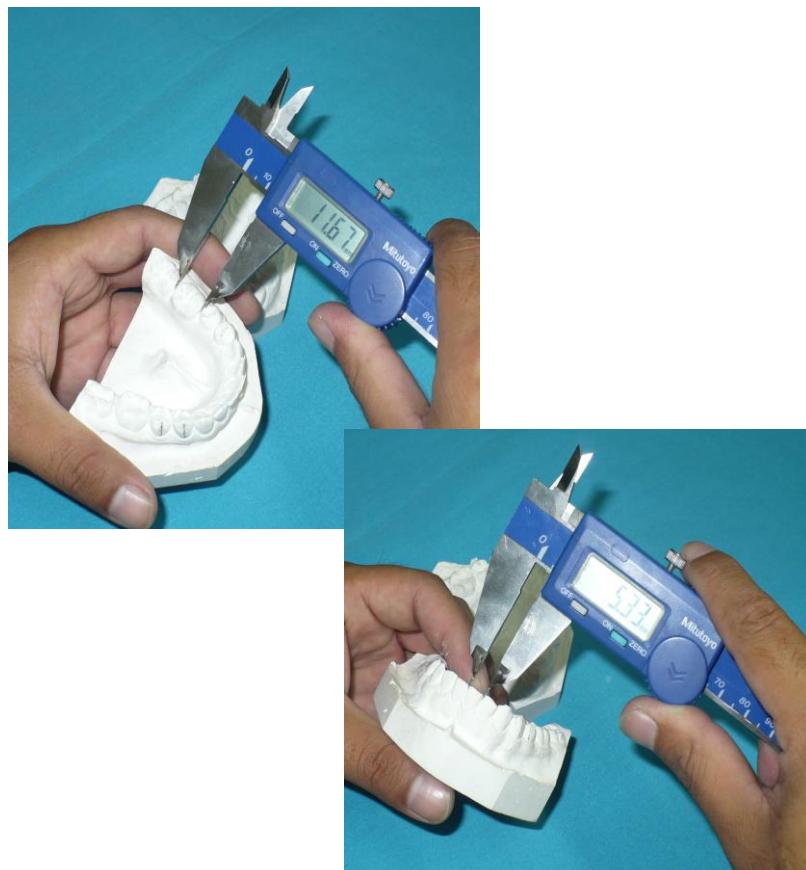
ANEXO Nº 9

Materiales usados para la obtención de los modelos de estudio.



ANEXO Nº10

Medición de los diámetros mesiodistales de las piezas dentarias.



ANEXO N°11

Calibrador digital modificado utilizado para realizar las mediciones.

